



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
26/2020

HELSINKI–TURKU-KÄYTÄVÄN JUNALIIKENTEEN MATKUSTUS- ENNUSTEET JA LIIKENNÖINTI- MALLIEN VERTAILU



Jukka-Pekka Pitkänen, Hannu Pesonen, Antti Salminen,
Eeva Elmnäinen, Maija Musto, Jyrki Rinta-Piirto

Helsinki–Turku-käytävän juna- liikenteen matkustusennusteet ja liikennöintimallien vertailu

Väyläviraston julkaisuja 26/2020

Kannen kuva: Ramboll Finland Oy:n kuvapankki

Verkkojulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-778-9

Väylävirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puh. 0295 34 3000

Jukka-Pekka Pitkänen, Hannu Pesonen, Antti Salminen, Eeva Elmnäinen, Maija Musto ja Jyrki Rinta-Piirto: Helsinki–Turku-käytävän junaliikenteen matkustusennusteet ja liikennöintimallien vertailu. Väylävirasto. Helsinki 2020. Väyläviraston julkaisuja 26/2020. 82 sivua ja 2 liitettä. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-778-9.

Avainsanat: rautatieliikenne, matkustajat, kysyntä, ennusteet, ESA-rata, Rantarata.

Tiivistelmä

Selvityksessä tarkastellaan Helsinki–Turku-käytävän junaliikenteen kysyntää hyödyntämällä matkapuhelinten tukiasemapaikannuksella tuotettua matkatietoa sekä arvioita junamatkustuksen kasvusta tuoreimpiin väestöennusteisiin perustuen. Tukiasemapaikannukseen perustuvan matkatiedon yhdistäminen valtakunnallisiin liikennemalleihin on uusi tutkimusmenetelmä, jonka avulla voidaan arvioida aiempaa tarkemmin kokonaismatkustuksen jakautumista arkipäivä- ja viikonlopputasolla sekä tuntitasolla eri vuorokaudenaikoina. Selvitys on osa Väyläviraston Helsinki–Turku nopea junayhteys -hanketta.

Laadituissa ennusteissa kuvataan matkamääriä vuosina 2040 ja 2050 olettaen, että Espoo–Salo-oikorata (ESA-rata) on valmistunut. Suurin kasvupotentiaali kohdistuu uuden ratakäytävän Espoo–Lohja-osuuteen, jossa lähijunien kuormitus kävisi vuonna 2050 keskimääräisen arkivuorokauden aikana Histan itäpuolella jopa noin 25 000 matkustajassa alueen maankäytön kehityksestä riippuen. Kaukojunissa tehtäisiin ennusteiden perusteella vuonna 2050 Salo–Turku-välillä arkisin noin 3 000 matkaa enemmän nykyisiin Karjaa–Turku-välin matkamääriin verrattuna.

Tässä työssä on tarkasteltu kahdeksaa vaihtoehtoa liikennöintimallien ja aikataulurakenteiden osalta. Selvitys suosittelee, että ESA-radan ja muun ratakäytävän kehittämisen suunnittelua jatketaan seuraavalla oletuksella liikennöintiratkaisusta (suunnittain samat junamäärät):

- Helsinki–Turku-välillä ESA-rataa pitkin kulkee kaukojuna 30–60 minuutin välein. Hiljaisen kysynnän tunteina kulkee vain tiheämmin pysähtyvä kaukojuna.
- Helsinki–Hista–Lohja-välillä kulkee lähijuna 30 minuutin välein. Maankäytön kasvun myötä lisätään ruuhka-ajalle erillisiä Helsinki–Hista-lähijunia.
- Helsinki–Kirkkonummi-välillä kulkee lähijuna 15–30 minuutin välein ja edelleen Karjaalle lähijuna tunnin välein tai harvemmin kysynnän mukaan.
- Karjaa–Hanko-välillä kulkee lähijuna noin kahden tunnin välein.
- Karjaa–Salo-välillä kulkee lähijuna 6–8 kertaa vuorokaudessa. Vaihtoehtoisesti matkustajaliikenne hoidetaan linja-autoliikenteenä.
- Salo–Turku-välillä kulkee mahdollisesti lähijuna 30–60 minuutin välein. Asiaa on selvitettävä tarkemmin osana alueen maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämistä.

Kaksiraiteinen ratainfrastruktuuri sallii junamäärän, jonka matkustajakapasiteetti nykykalustolla mitaten vaikuttaa pääosin riittävän vuonna 2050 tavanomaisina ruuhka-aikoina. Matkustajakapasiteetti voi kuitenkin loppua kesken Helsinki–Hista–Lohja-lähijunissa, jos Espoo–Lohja-alueen maankäytön kasvu toteutuu kuntien omien tavoitteiden mukaisesti täysimääräisenä.

Jukka-Pekka Pitkänen, Hannu Pesonen, Antti Salminen, Eeva Elmnäinen, Maija Musto och Jyrki Rinta-Piirto: Reseprognoser och jämförelse av trafikmodeller för korridoren Helsingfors–Åbo Trafikledsverket. Helsingfors 2020. Trafikledsverkets publikationer 26/2020. 82 sidor och 2 bilagor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-778-9.

Sammanfattning

I utredningen granskar man efterfrågan på tågtrafik i korridoren Helsingfors–Åbo genom att utnyttja färdinformation som tas fram via mobiltelefonernas basstationspositionering samt uppskattningar av tillväxten för tågresande utifrån de färskaste befolkningsprognoserna. Att förena färdinformation baserad på basstationspositionering med riksomfattande trafikmodeller är en ny undersökningsmetod genom vilken man noggrannare än tidigare kan bedöma hur det totala resandet fördelas mellan vardagar och helger samt på timnivå mellan olika tider på dygnet. Utredningen ingår i Trafikledsverkets projekt Snabb tågförbindelse Helsingfors–Åbo.

I de uppgjorda prognoserna beskrivs resevolymerna 2040 och 2050 givet att direktbanan Esbo–Salo (ESA-banan) har blivit färdig. Den största tillväxtpotentialen riktas mot avsnittet Esbo–Lojo i den nya bankorridoren. År 2050 skulle pendeltågsbelastningen öster om Hista till och med kunna uppgå till cirka 25 000 resenärer under ett genomsnittligt vardagsdygn beroende på hur markanvändningen utvecklas i regionen. Utifrån prognoserna gör man på vardagarna 2050 cirka 3 000 fler resor med fjärrtåg på sträckan Salo–Åbo jämfört med dagens resevolymerna på sträckan Karis–Åbo.

I detta arbete har man granskat åtta alternativ vad gäller trafikmodeller och tidtabellsstrukturer. Utredningen rekommenderar att planeringen av ESA-banan och den övriga bankorridoren fortsätter utifrån följande hypotes om trafikeringslösning (samma antal tåg per riktning):

- på ESA-banan på avsnittet Helsingfors–Åbo går ett fjärrtåg med 30–60 minuters intervall. Under lågtrafiktimmor går endast ett fjärrtåg med tätare stopp.
- På avsnittet Helsingfors–Hista–Lojo går ett pendeltåg med 30 minuters intervall. Vartefter markanvändningen ökar läggs separata pendeltåg till på avsnittet Helsingfors–Hista vid rusningstid.
- På avsnittet Helsingfors–Kyrkslätt går ett pendeltåg med 15–30 minuters intervall och vidare till Karis ett pendeltåg med en timmes intervall eller mer sällan beroende på efterfrågan.
- På avsnittet Karis–Hangö går ett pendeltåg med cirka två timmars intervall.
- På avsnittet Karis–Salo går ett pendeltåg 6–8 gånger i dygnet. Alternativt sköts passagerartrafiken med bussar.
- På avsnittet Salo–Åbo går möjligen ett pendeltåg med 30–60 minuters intervall. Frågan ska utredas närmare som en del av utvecklingen av regionens markanvändning och trafiksystem.

En dubbelspårig baninfrastruktur tillåter ett tågantal vars resenärskapacitet mätt med dagens materiel i huvudsak verkar räcka till under normala rusningstider 2050. Resenärskapaciteten kan ändå bli otillräcklig på Helsingfors–Hista–Lojo-pendeltågen om ökningen av markanvändningen i Esbo–Lojo-regionen genomförs fullt ut enligt kommunernas egna målsättningar.

Jukka-Pekka Pitkänen, Hannu Pesonen, Antti Salminen, Eeva Elmnäinen, Maija Musto and Jyrki Rinta-Piirto: Travel prognoses and comparison of service models for the Helsinki–Turku corridor. Finnish Transport Infrastructure Agency. Helsinki 2020. Publications of the FTIA 26/2020. 82 pages and 2 appendices. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-778-9.

Abstract

The report will examine the demand for rail traffic on the Helsinki–Turku corridor by utilising travel data generated using base-station localisation of mobile phones as well as estimations of the increase in rail travel on the basis of the latest demographic projections. Combining travel data based on base-station localisation with national transport models is a new research method for enabling an even more detailed evaluation of the division of overall travel on a weekday and weekend level, as well as on an hourly level during different times of the day. The report is part of the high-speed Helsinki–Turku rail link project of the Finnish Transport Infrastructure Agency.

The prepared prognoses describe the number of journeys in 2040 and 2050 assuming that the Espoo–Salu direct line (the ESA line) will be completed. The greatest growth potential is directed at the Espoo–Lohja section of the new rail corridor, where the commuter-train traffic load during an average weekday in 2050 in the area east of Hista would reach as many as approximately 25,000 travellers, depending on the development of land use in the area. According to the prognoses, approximately 3,000 more journeys would be made on long-distance trains on the Salu–Turku rail section on weekdays in 2050 compared to the current number of journeys on the Karjaa–Turku rail section.

Eight different alternatives have been examined in this report with regard to the service models and the timetable structures. The recommendation given in the report is that the planning of the development of the ESA line and the rest of the rail corridor will be continued with the following assumption on the traffic solution (approximately the same number of trains):

- A long-distance train runs on the ESA line on the Helsinki–Turku rail section every 30–60 minutes. During the hours of quiet demand, only a long-distance train making more frequent stops will be travelling on the rail section.
- A commuter train runs on the Helsinki–Hista–Lohja rail section every 30 minutes. As land use increases, separate commuter trains will be added on the Helsinki–Hista rail section during peak periods.
- A commuter train runs on the Helsinki–Kirkkonummi rail section every 15–30 minutes, and a connecting commuter train runs to Karjaa every hour or more infrequently depending on demand.
- A commuter train runs on the Karjaa–Hanko section approximately every two hours.
- A commuter train runs on the Karjaa–Salu section 6–8 times a day. Alternatively, passenger traffic can be handled using bus transport.
- A commuter train runs on the Salu–Turku section possibly every 30–60 minutes. The matter must be dealt with in more detail as part of the development of land use and the transport system in the area.

A track infrastructure with double-tracks enables utilisation of a number of trains with a passenger capacity, as measured with current rolling stock, which largely seems to be sufficient during regular peak periods in 2050. However, passenger capacity can become insufficient on the commuter trains on the Helsinki–Hista–Lohja rail section if land use in the Espoo–Lohja area is implemented in accordance with the municipal plans in their full extent.

Esipuhe

Helsinki–Turku-yhteysvälillä on strateginen merkitys Suomen liikennejärjestelmässä. Suunnitteilla oleva nopea junayhteys lyhentää kaupunkien välistä matka-aikaa sekä laajentaa työssäkäynti- ja työmarkkina-alueita. Valtion budjetista on vuosille 2017–2020 myönnetty määrärahoja Helsinki–Turku-välin nopean ratayhteyden jatkosuunnitteluun. Tämä selvitys on osa tätä suunnittelukokonaisuutta. Samanaikaisesti on ollut valmisteilla Espoo–Salo-oikoradasta ratalain mukainen yleissuunnitelma ja Salo–Kupittaa-ratavälin kaksoisraiteesta ratatekninen suunnitelma sekä Turun ratapihoista ja Kupittaa–Turku-kaksoisraiteesta ratalain mukainen ratasuunnitelma.

Selvityksessä on hyödynnetty matkapuhelinten tukiasemapaikannuksella tuotetun matkatietojen uusia mahdollisuuksia yhdistämällä anonymisoidut paikannustiedot strategiaan liikennemalleihin. Menetelmä tuo aiempaa tarkempaa tietoa uuden radan potentiaalisista käyttäjistä, ja miten eri juna-aikataulurakenteet tukevat ratakäytävän maankäytön kehittymistä. Selvityksen lopputuloksena saadaan yksityiskohtaista tietoa matkustajien jakaumista suunniteltuihin junavuoroihin.

Työn lopputuloksia voidaan hyödyntää lähtötietona Helsinki–Turku nopean junayhteyden hankearvioinnissa sekä ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Selvityksen on laatinut Väyläviraston toimeksiannosta Ramboll Finland Oy. Väylävirastossa työtä on ohjannut projektipäällikkö Heidi Mäenpää. Rambollista työhön osallistuivat Jukka-Pekka Pitkänen (projektipäällikkö), Maija Musto, Hannu Pesonen, Jyrki Rinta-Piirto, Antti Salminen ja Eeva Elmnäinen. Telia Finland Oyj on toiminut työssä Rambollin alikonsulttina ja toimittanut työtä varten selvityksessä hyödynnetyn matkapuhelinten tukiasemapaikannukseen perustavan matka-aineiston. Teliasta työhön osallistuivat Kenneth Djupsjö, Tapio Levä, Tero Särkiniemi, Laura Kauria ja Petri Seppänen. Ennen ilmestymistä Helsinki–Lohja–Turku-ratakäytävän kunnilla ja Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymällä (HSL) on ollut mahdollisuus kommentoida julkaisua.

Helsingissä toukokuussa 2020

Väylävirasto
Väylien suunnittelu

Sisältö

1	JOHDANTO	8
2	SELVITYKSEN TAVOITTEET JA TYÖMENETELMÄT	9
2.1	Tavoitteet ja lähtökohdat	9
2.2	Työmenetelmät.....	9
2.3	Junaliikenteen suunnittelun lähtökohdat	10
3	NYKYTILANNE	14
3.1	Helsinki–Turku-ratakäytävän joukkoliikenteen toteutunut kehitys.....	14
3.2	Helsinki–Turku-ratakäytävän junaliikenteen nykytila	16
3.3	Liikenteen tunti- ja viikonpäivävaihtelut.....	18
4	LIIKENNE-ENNUSTEIDEN LÄHTÖKOHDAT JA LAADINTAMENETTELY.....	19
4.1	Väestön kehitysskenaariot	19
4.2	Matkustajamääräennusteiden laadintamenettely	20
5	MATKAPUHELINTEN TUKIASEMAPAIKANNUKSEEN PERUSTAVA MATKA- AINEISTO.....	21
5.1	Menetelmän kuvaus	21
5.2	Tulokset	22
6	LIKENNÖINTIVAIHTOEHTOJEN ANALYYSIT	25
6.1	Tarkasteluasetelma	25
6.2	Vaihtoehto 1: Helsingistä 7 junaa/h/suunta.....	27
6.2.1	1a Liikennettä kaikilla radoilla	27
6.2.2	1b Karjaalta Saloon ei junaliikennettä	38
6.2.3	Yhteenveto.....	42
6.3	Vaihtoehto 2: Helsingistä 10 junaa/h/suunta.....	43
6.3.1	2a Lähijunalähtöinen aikataulurakenne	43
6.3.2	2b Kaukojunalähtöinen aikataulurakenne	51
6.3.3	2c Kaukojunien karsittu liikennöinti	53
6.3.4	Yhteenveto.....	55
6.4	Vaihtoehto 3: Helsingistä 10 junaa/h/suunta ja IC-juna Rantaradalla	57
6.4.1	3 IC-junien ajaminen Karjaan reittiä	57
6.4.2	Yhteenveto.....	63
6.5	Vaihtoehto 4: Helsingistä 7 junaa/h/suunta ja Turun lähijunaliikenne ...	64
6.5.1	4a Erillinen Salo–Turku-lähijunaliikenne	64
6.5.2	4b Turun lähijunien ajaminen Karjaalle asti	67
6.5.3	Yhteenveto.....	71
6.6	Yhteenveto ja vaikutukset liikennejärjestelmään	72
7	NOPEUSTARKASTELUT	76
7.1	Ajoikatarkastelut nopeussimulointien avulla	76
7.2	Ajoikamuutosten vaikutus kysyntään.....	79
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET.....	80
	LÄHTEET	82
	LIITTEET	
	Liite 1 Graafiset aikataulut	
	Liite 2 Nopeusrajoitukset ja laiturinfrastrukturi	

1 Johdanto

Helsinki–Turku–junayhteys on osa Euroopan laajuista TEN-T-ydinverkkoa ja Skandinavia–Välimeri-ydinverkkokäytävää. Nykyinen Rantarata ei vastaa kaikilta osin TEN-T-ydinverkon tavoitteisiin. Rantarata on pääosin yksiraiteinen, mutkikas ja ajonopeus on alhainen. Nykyisellä infrastruktuurilla mahdollisuudet lisätä junamäärää sekä lyhentää Helsingin ja Turun välistä matka-aikaa ovat rajalliset. Helsinki–Turku nopea junayhteys -hankkeessa on käynnissä Helsinki–Turku nopean junayhteyden hankekokonaisuuden ympäristövaikutusten arviointi (YVA) sekä Espoo–Salo-oikoradan yleissuunnittelu. Yleissuunnitelma perustuu maakuntakaavassa hyväksyttyyn väyläkäytävään. Helsinki–Turku nopea junayhteys -hanke koostuu seuraavista kokonaisuuksista:

- 1) Espoon kaupunkirata (Leppävaara–Kauklahti-välin neliraiteistaminen),
- 2) Espoo–Lohja–Salo-oikorata (ESA-rata)
- 3) Salo–Turku-rataosa: kaksoisraide nykyisen raiteen viereen ja/tai rataoikaisuja,
- 4) Turun ratapiha-alueiden kehittäminen.

Espoo–Salo-oikoradan yleissuunnitelman ohella laaditaan ratalain mukaiset ratasuunnitelmat Salo–Turku-kaksoisraiteesta sekä Turun ratapihoista. Espoon kaupunkiradan ratasuunnitelma on jo valmistunut vuonna 2014. Lisäksi Uudenmaan liitto on käynnistänyt lännen ratakäytävien maankäytön ja liikenteen tarkastelut, jotka valmistuvat kevään 2020 aikana.

Selvityksessä arvioidaan uuden Helsinki–Lohja–Salo–Turku-ratayhteyden, jäljelle jäävän Rantaradan Espoo–Karjaa–Salo-osuuden sekä Hanko–Karjaa-välin tulevaisuuden matkustajapotentialiaalia. Tarkasteluissa ovat mukana kaukoliikenne ja lähiliikenne. Uuden oikoradan sisältävästä Helsinki–Turku-junaliikenteen matkustajamäärästä on laadittu ennusteita ja arvioita aiemmin vuosina 2019 (Väylävirasto 2019a), 2018 (Liikennevirasto 2018), 2011 (Liikennevirasto 2011) ja 2006 (Ratahallintokeskus 2006). Näistä uusimmassakin selvityksessä hyödynnetty (2019) Tilastokeskuksen väestöennuste on nykyisin jo vanhentunut. Aiemmat ennusteet on pääsääntöisesti laadittu vuositasen matkustustietoihin perustuen, sillä matkustajamäärätiedot ovat olleet tiedossa tällä tasolla myös toteutunutta kehitystä mittaavissa rautatietilastoissa. Vuoden 2019 ennuste sisältää vuosiennusteen ohella soveltuvien osien ruuhkatunnille laaditun ennusteen. Matkapuhelinten tukiasemapaikannukseen perustuvan matka-aineiston avulla saadaan aiempia selvityksiä tarkempi arvio matkustuksen jakautumisesta keskeisimpien kaupunkien välillä arkipäivä- ja viikonlopputasolla sekä tunneittain eri vuorokaudenaikoina.

Tässä selvityksessä on matkapuhelinten tukiasemapaikannukseen perustuva matka-aineisto yhdistetty ensimmäistä kertaa valtakunnallisiin liikenne- ja kulkutavan valintamalleihin. Selvityksen tavoitteena on tuottaa aiempaa tarkempaa ennustetietoa Helsinki–Turku-liikennekäytävän matkustajamäärästä nopean junayhteyden suunnittelun jatkamisen pohjaksi. Selvityksessä ei oteta kantaa liikenteen järjestämiseen liittyviin toimivaltakysymyksiin.

2 Selvityksen tavoitteet ja työmenetelmät

2.1 Tavoitteet ja lähtökohdat

Selvityksen tavoitteena on osoittaa Helsinki–Turku-käytävän junaliikenteen kysyntäpotentiaali ja arvioida junamatkustuksen kasvua. Kysyntäpotentiaalin määrittämisessä hyödynnetään matkapuhelinten tukiasemapaikannuksella tuotettua matkatietoa ja kasvuarvioita peilataan tuoreimpiin väestöennusteisiin.

Tulevia matkustajamääriä on arvioitu aiemmin rataosittain vuositasolla. Tässä selvityksessä ennusteet on tarkennettu vuorokausi- ja tuntitasolle, ja matkustajamääriä on esitetty junalinjoittain, jolloin on voitu arvioida yksittäisten junavuorojen matkustajamääriä. Tietoja voidaan hyödyntää junien matkustajakapasiteetin riittävyyden arvioinnissa sekä tarkoituksenmukaisen liikennöinti-tiheyden arvioinnissa.

Työn toinen tavoite on ollut löytää tarkoituksenmukaiset liikennöintimallit ja aikataulurakenteet. Vaihtoehtoja vertailemalla on arvioitu erilaisten liikennöintimallien vaikutuksia muun muassa matkustajahyötyjen ja liikennöintikustannusten osalta ja edelleen liikennöintimallien teknistä ja taloudellista toteutettavuutta. Työn tuloksia voidaan hyödyntää jatkosuunnittelussa muun muassa hankearvioinnin vaihtoehtojen asettamisessa. Uuden nopean junayhteyden vaikutuksia muuhun liikennejärjestelmään arvioidaan tarkemmin ympäristövaikutusten arvioinnin sekä hankearvioinnin yhteydessä.

Tarkastelualueen muodostavat Helsinki–Espoo–Lohja–Salo–Turku-rata, jäljelle jäävä Rantaradan osuus Espoo–Kirkkonummi–Karjaa–Salo sekä Hanko–Karjaa-rataosuus. Lähtökohtana kaikissa tarkasteluissa on, että Espoon kaupunkirata ja Espoo–Salo-oikorata (ESA-rata) on toteutettu. Salo–Turku-osuus on oletettu kaksiraiteiseksi. Infraan liittyvät lähtökohdat esitetään tarkemmin raportin luvussa 2.3.

2.2 Työmenetelmät

Liikenne-ennusteiden lähtökohtana on nykyinen matkustuskysyntä. Helsinki–Turku-käytävän kokonaismatkamäärä on kalibroitu Telian tuottaman matkaineiston perusteella. Aineisto perustuu matkapuhelinten tukiasemapaikannukseen. Menetelmän käyttö ja sen tulokset kuvataan tarkemmin raportin luvussa 5.

Liikenne-ennusteiden tuottamisessa on hyödynnetty valtakunnallista BRUTUS-liikennemallia. Malli on sama, jolla vuonna 2018 on tuotettu Liikenneviraston valtakunnallinen liikenne-ennuste vuodelle 2040. Lohjan ja Kirkkonummen suunnan lähiliikenteen matkustajakysyntä on ennustettu Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymän eli HSL:n Helmet-liikenne-ennustemallilla.

Aikataulusuunnittelussa on käytetty apuna sveitsiläistä Viriato-suunnitteluohjelmistoa (versio Viriato Standard 8.21.66). Eri junatyyppejen ajoajat on varmistettu ajoaikasimulointien avulla. Simuloinnit on tehty sveitsiläisellä OpenTrack-ohjelmistolla. Aikataulut muodostetaan liikennepaikkojen välisten

ajoaikojen ja pysähdysaikojen avulla. Uuden Espoo–Salo-oikoradan ajoajat on määritetty simuloinnin avulla ja olemassa olevilla rataosuuksilla lähtökohtana ovat nykyiset aikataulut.

Matkustajapotentiaalin määrittäminen ja aikataulurakenteiden laatiminen on luonteeltaan iteratiivinen prosessi, jonka jälkeen voidaan määrittää liikenteelliset tunnusluvut, kuten junakohtaiset matkustajamäärät. Tulokset ovat käytettävissä Helsingin ja Turun välisen nopean junayhteyden suunnittelussa kuten ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä (YVA), ratasuunnittelussa ja hankkearviointinnissa. Tutkimus on jatkoa Väyläviraston julkaisussa 45/2019 (Helsinki–Turku nopea junayhteys – Liikenteelliset tarkastelut) suositelluille jatkotoimenpiteille.

2.3 Junaliikenteen suunnittelun lähtökohdat

ESA-rata voi realistisesti arvioiden valmistua aikaisintaan seuraavalla vuosikymmenellä. Uuden radan varressa asutus ja maankäyttö kehittyvät myös radan valmistumisen jälkeen, ja kaikkien uusien asemien vaikutusalueilla väestömäärän voidaan olettaa saavuttavan huippunsa aikaisintaan vuoteen 2050 mennessä. Infrastruktura ja liikennöinnistä käytetään seuraavia oletuksia:

- Helsinki–Lohja–Turku-rata on kaukoliikenneraiteiden osalta koko matkalta kaksiraiteinen.
- Kahta nykyistä kaupunkiraidetta Helsingistä Leppävaaraan on jatkettu Kauklahteen asti. Kehäradan ja Kauklahteen kaupunkijunat käyttävät kaupunkiraitteita.
- Hanko–Karjaa-liikenne hoidetaan erillisellä junalla noin kahden tunnin välein eli yhteys Hangosta Helsingin ja Salon suuntiin on vaihdollinen Karjaalla.
- Lohjalla lähijunaliikenne päättyy Lempolaan.
- Lempola tai Vihti–Nummela on sekä kaukojunien että lähijunien yhteinen asema. Kaukojuna pysähtyy vain jommallakummalla asemalla ja lähijuna molemmilla.
- Rantaradalle ei tehdä merkittäviä infraparannuksia. Kuitenkin Kirkkonummen aseman kohdalla on olemassa uusi vaihdeyhteys Helsingin suunnasta tulevalta pohjoiselta raiteelta eteläiselle raiteelle.
- Helsingin aseman vaihteiston- ja raiteistonkäytössä noudatetaan neljän minuutin periaatetta, jossa lähtevän junan jälkeen seuraava juna voi saapua aikaisintaan neljän minuutin kuluttua, jotta se voi käyttää mitä tahansa vapaana olevaa raidetta. Muussa tapauksessa laiturinkäyttö on rajoitetumpaa.
- Minimijunaväli on lähtökohtaisesti neljä minuuttia.

Junien väliset vähimmäisetäisyydet eli minimijunavälit riippuvat muun muassa opastinten tiheydestä. Vilkkaiden ratojen aikataulusuunnittelussa minimijunavälinä käytetään nykyään pääosin neljän minuutin oletusta. Yksittäisissä tilanteissa aikatauluissa on käytetty kolmen minuutin junaväliä. Peräkkäisillä lähi- ja kaukojunilla Helsinki–Espoo-linjaosuudella junaväli voi vaihdella 3–4 minuutin välillä erilaisen pysähdyskäyttötymisen takia, vaikka kokonaismatka-aika on sama. Tulevaisuudessa kauttaaltaan kolmen minuutin minimijunaväli voi olla mahdollinen. Neljää minuuttia lyhyempi junaväli erityisesti Helsingistä Lempolaan ja Kirkkonummelle on tavoiteltavaa häiriötilanteiden ja myöhästymisten hallinnan kannalta etenkin junamäärän kasvaessa merkittävästi. Kulunvalvontajärjestelmän uusimista selvitetään parhaillaan Digirata-projektissa.

Käytettävä IC-junien matka-aika (86 minuuttia) edellyttää, että Leppävaaran ja Salon välillä IC:t voivat pysähtyä kerran, joko Lempolassa tai Vihti-Nummelassa. Kokonaismatka-ajan kannalta ei ole merkitystä, tapahtuuko pysähdys Lempolassa vai Vihti-Nummelassa. Työmäärän rajaamiseksi kysyntäennusteet on laskettu tässä selvityksessä vain Lempolan kaukojunapysähdyksillä, sillä lähes kaikki johtopäätökset pysyvät muuttumattomina pysähdyspaikasta riippumatta. Lähijunien on selvityksen ennustetarkasteluissa suunniteltu keräävän matkustajia Espoosta, Veikkolasta ja Vihti-Nummelasta, ja vaihtoyhteys Turun suuntaan voidaan järjestää Lempolassa. Kaukojunien pysähtymisratkaisu (Lempola/Vihti-Nummela) vaatii laajemman tarkastelun, eikä selvitys ota asiaan tarkempaa kantaa.

Lohjan lähijunat eivät tämän työn suunnittelussa pysähdy Veikkola–Vihti-Nummela-välillä Huhmarissa, jossa on asemavaraus Espoo–Salo-oikoradan suunnitelmissa. Liikenne-ennusteiden pitkälle vuoteen 2050 ulottuvan aikajänteen takia Espoon Myntinmäen asemavarausten ympäristössä on oletettu jo olevan asutusalue, joten pysähdys on otettu huomioon liikennetarkasteluissa. Pidemmällä aikavälillä saattaa olla mahdollista ulottaa lähijunaliikennettä myös välille Lempola–Salo. Mahdollisia asemapaikkoja tällä välillä ovat esimerkiksi Raati, Nummi, Lahnajärvi, Suomusjärvi ja Muurla. Lohjan ja Salon välistä lähijunaliikennettä ei kuitenkaan käsitellä tässä selvityksessä. Espoo–Salo-oikoradan suunnittelun perusteella lähijunien pääteasema on Lempola, eikä Lohja Keskusta. Uusien asemien nimistä ei ole päätöksiä, joten niistä käytetään suunnittelun aikaisia työnimiä.

Uudella reilun 90 kilometrin Espoo–Salo-rataosuudella Express-junan arvioitu matka-aika on noin 32 minuuttia ja tavoitematka-aika Helsingistä Turkuun 75 minuuttia. Oikoradan ja Rantaradan linjausten junien ajoajat esitetään taulukoissa 1–2. Hanko–Karjaa-matka-aikojen oletetaan olevan nykyisten aikataulujen mukaiset. Helsinki–Turku-junayhteyden liikenteellisten tarkastelujen selvitykseen verrattuna junien ajoaikoja on tarkennettu seuraavasti:

- Kaikkien junien ajoaikoja on pidennetty minuutilla Helsinki–Pasila-välillä. Tällä muutoksella ajoajat vastaavat nykyisin käytössä olevia ajoaikoja.
- IC-junien ajoaikoja on lyhennetty minuutilla Leppävaara–Espoo-välillä, jotta aikataulut vastaavat nykyisiä aikatauluja.
- Lähijunien ajoaikoja on lyhennetty yhdellä minuutilla Pasila–Huopalahti-välillä, jotta aikataulut vastaavat nykyisiä aikatauluja.
- Express-junalle on lisätty pelivaraa minuutti Espoo–Lempola-välille, jotta aikataulut palautuisivat pienistä häiriöistä nopeammin ja viiveiden kertaantumisen riskiä vähennetään.
- Muutokset pidentävät Express-junan kokonaismatka-ajan 73 minuutista 75 minuuttiin ja pitävät muiden junien matka-ajat ennallaan.

Taulukko 1. Matka-ajat Helsinki–Lohja–Turku-radalla asemakohtaisin lähtöajoin.

Asema	Nopea Express-juna	Hidas Express-juna	Intercity-juna		Lähijuna	Aikaero, nopea Express-juna vs. lähijuna
Helsinki	0:00	0:00	0:00		0:00	
Pasila	0:06	0:06	0:06		0:05	–0:01
Huopalahti					0:08	0:00
Leppävaara	(~0:11)	0:13	0:13		0:12	0:01
Kauniainen					0:16	0:02:30
Espoo	(~0:16)	(~0:19)	(~0:20)		0:20	0:03:30
Myntinmäki					0:23	0:05
Hista					0:27	0:07
Veikkola					0:31	0:09:30
Vihti-Nummela			0:30	– *	0:37	0:12
Lempola	(~0:28)	(~0:31)	–	0:34 *	0:43 (tulo)	0:15
Salo	(~0:48)	(~0:51)	0:58		1:10 (tulo)	
Kupittaa	1:11	1:14	1:22			
Turku	1:15 (tulo)	1:18 (tulo)	1:26 (tulo)			

* = IC-juna pysähtyy vaihtoehtoisesti Vihti-Nummelassa tai Lempolassa.

Taulukko 2. Matka-ajat Helsinki–Karjaa–Turku-radalla asemakohtaisin lähtöajoin.

Asema	Rantaradan IC-juna	Lähijuna Helsinki–Karjaa–Salo	Lähijuna Salo–Turku
Helsinki	0:00	0:00	
Pasila	0:06	0:05	
Huopalahti		0:08	
Leppävaara	0:13	0:12	
Kauniainen		0:16	
Espoo	(~0:20)	0:20	
Kauklahti		0:24	
Masala		0:29	
Jorvas		0:31	
Tolsa		0:34	
Kirkkonummi	(~0:30)	0:37	
Siuntio		0:45	
Inkoo		0:55	
Karjaa	0:56 (2 min pysähdys)	1:05	
Salo	1:25 (2 min pysähdys)	1:30 (tulo)	0:00
Paimio	(~1:37:30)		0:14
Piikkiö	(~1:42:30)		0:20
Kupittaa	1:50		0:28
Turku	1:54		0:32 (tulo)

Taulukoissa Express- ja IC-junien pysähdysaika on minuutti ja lähijunien 0,5 minuuttia, ellei toisin sanota. Suluissa olevat ajat tarkoittavat likimääräistä ohitusaikaa.

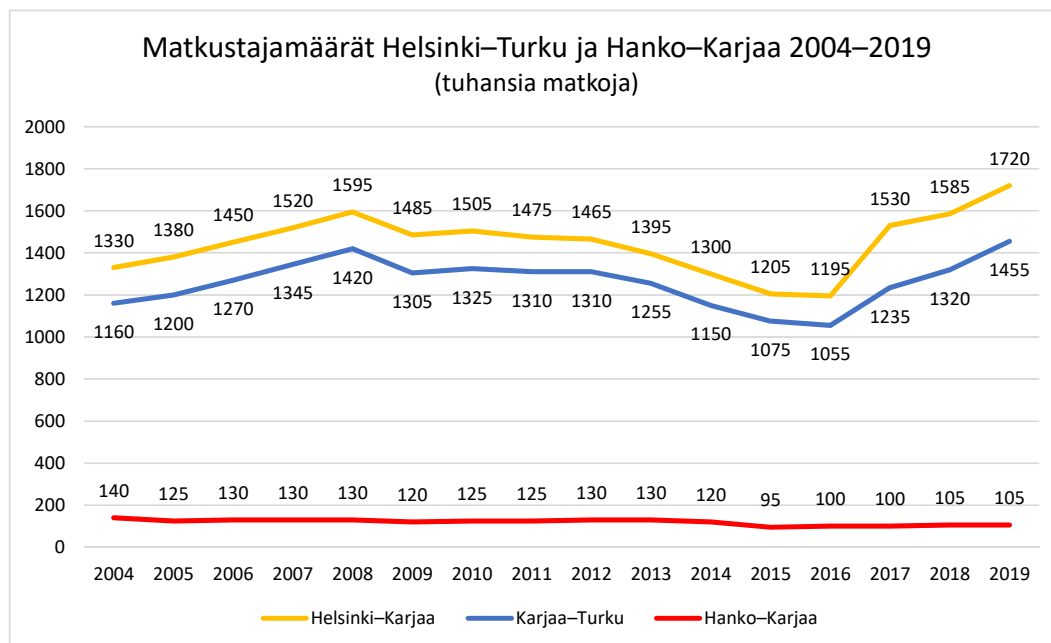
Salo–Turku-lähijunan, joka pysähtyy Paimiossa, Piikkiössä ja Kupittaaalla, matka-aika on 32 minuuttia eli neljä minuuttia IC-junaa hitaampi. Priorisoimalla Express-junaa liikenteenohjauksessa sen kokonaismatka-aika voi mahdollisesti olla 73 minuuttia. Selvityksessä on tehty aikataulusuunnitelmat hitaammalla matka-ajalla, jotta aikatauluihin jää selvästi pelivaraa. Express-junan aikataulu sisältää eniten pelivaraa Salo–Kupittaa-välillä, jossa sen keskinopeus on noin 140 kilometriä tunnissa. Tämän välin ajoaika on pidetty ennallaan Salo–Turku-ratasuunnitelmien keskeneräisyyden takia. Rataoikaisut ovat mahdollisia Salo–Kupittaa-välillä. Express-junan kaluston huippunopeudeksi oletetaan 220 km/h, IC-kaluston 200 km/h ja lähijunien 160 km/h (ks. tarkemmin luku 7.1). Henkilöliikenteen junanopeus on suurimmillaan 250 km/h, mutta ratageometria suunnitellaan nopeudelle 300 km/h (ks. tarkemmin luku 7.1).

Ennustemallissa ja matkustajakysyntätarkasteluissa Express-junan ajoajaksi määriteltiin työn alussa aiemmin käytetty 73 minuuttia, mutta työssä on myös tarkasteltu ajoajan pitenemisen mahdollista vaikutusta matkustajakysyntään (luku 7.2). Suunnitteluprosessin alkuvaiheen takia monet pohjatiedot, kuten junien ajoajat oikoradalla, ovat parhaita arvioita työn aikana käytössä olleeseen lähtöaineistoon perustuen. Osa lähtökohdista, kuten tarkat nopeusrajoitukset, voivat muuttua suunnittelun edetessä. Lähtöoletusten täsmentyminen voi edelleen myös muuttaa aikataulurakenteita.

3 Nykytilanne

3.1 Helsinki–Turku-ratakäytävän joukko-liikenteen toteutunut kehitys

Helsinki–Karjaa–Turku-radan matkustajamäärien kehitys on 2000-luvulla pääosin noudatellut koko maan kaukoliikenteen matkustajamäärien muutoksia (Kuva 1). Rantaradan matkustajamäärät kasvoivat 2000-luvun alkupuolella ja pysyivät paikallaan tai laskivat vuodesta 2008 vuoteen 2016. Muutaman viime vuoden aikana junamatkustus on ollut kuitenkin nopeassa kasvussa, ja vuonna 2019 Helsingin ja Turun välisessä junamatkustuksessa saavutettiin 2000-luvun ennätys. Tuolloin tehtiin Karjaa–Turku-välillä tehtiin 1,46 miljoonaa matkaa ja Helsinki–Karjaa-välillä 1,72 miljoonaa matkaa. Rautatietilastojen matkamäärätiedot ilmoitetaan vain vuositasolla. Luvut eivät kuvaa matkojen jakautumista kellonajan, viikonpäivän tai vuodenajan mukaan.



Kuva 1. Junien kaukoliikenteen matkustajamäärät vuosina 2004–2019 (muokattu lähteistä Ratahallintokeskus 2005–2009, Liikennevirasto 2010–2018, Traficom 2019, Väylävirasto 2020).

Mahdollisia selittäviä tekijöitä Rantaradan suunnan matkustussuosion vaihtelulle ovat ainakin talouskehitys, junien aikataulu-, lippu- ja hinnoittelumuutokset sekä Helsinki–Turku-välin linja-autoyhteyksien kehittyminen. Junamatkustuksen suosion muutos on ollut yleensä samansuuntaista kansantalouden kehitystä mittaavan BKT:n kanssa. Junatarjonta Helsingin ja Turun välillä väheni vuosina 2014–2016, kun tunnittaisesta liikennöinnistä hiljaisen kysynnän aikaan luovuttiin ja ilta-aikaista liikennöintiä harvennettiin. Samanaikaisesti hinnalla kilpailleet linja-autoyhteydet lisääntyivät ja kehittyivät. Sittemmin junavuoroja on lisätty, mutta niitä oli joulukuussa 2019 alkaneella aikataulukaudella yhä hieman vähemmän kuin ennen vuotta 2014. Helmikuussa 2016 VR (VR-Yhtymä Oy) toteutti lippu- ja hinnoittelu-uudistuksen, jonka seurauksena etenkin aikuisten alentamattomien junalippujen keskihinnat laskivat selvästi. Tämän jälkeen junamatkustuksen suosio on ollut kasvussa.

Espoon keskuksen sijaan Turun kaukojunat alkoivat pysähtyä Leppävaarassa lokakuusta 2015 alkaen. Maaliskuusta 2016 alkaen suurin osa Turun kaukojunista ei ole enää pysähtynyt Kirkkonummella. Samaan aikaan liikenne- ja viestintäministeriön ostoliikennekokonaisuuteen kuuluneet Karjaalle asti ajettut ja myös Inkoossa pysähtyneet Y-junat loppuivat. Y-junien liikennöinti kuitenkin jatkui keskeytyksettä Siuntioon asti HSL:n ja Siuntion kunnan yhteistyön turvin. Syksyllä 2017 myös yhtä myöhäisillan Helsinki–Siuntio-lähijunaa jatkettiin Karjaalle asti ja yksi varhaisaamun Siuntio–Helsinki-vuoro siirrettiin aloittamaan Karjaalta. Vanha Y-juna liikennöi kevääseen 2016 useita kertoja päivässä myös viikonloppuisin, joten nykyään miltei kaikki Karjaan ja Helsingin väliset matkat tehdään kaukojunilla. Tämä on todennäköisesti yksi keskeisin syy, miksi Karjaa–Helsinki-kaukojunien matkamäärät kasvoivat yli 300 000 matkalla vuodesta 2016 vuoteen 2017.

Helsingin ja Turun väliset kaukojunat ovat kokonaan VR:n markkinaehtoista liikennettä. Radalla käytetään kalustona Pendolinoja ja kaksikerroksisia Intercity-junia. Hangon ja Karjaan väliset taajamajunat ovat liikenne- ja viestintäministeriön hallinnoimaa ostoliikennettä. Henkilöjunat on ajettu 2000-luvun puolivälistä alkaen Dm12-dieselmoottorivaunuilla eli kiskobusseilla. Hangon rata on nykyään sähköistämätön, mutta sähköistyksen toteuttamisesta on hallituksen päätös ja se on määrä toteuttaa vuosina 2021–2023. Hanko–Karjaajunien matkustajamäärä pysyi 2000-luvulla ja 2010-luvun alkupuolella hyvin kiinteästi noin 130 000 vuosittaisessa matkassa. Viime vuosina rautatietilastoissa on raportoitu noin 100 000 vuosittaisia matkustajamääriä. Hangon juna-tarjonta on säilynyt lähes vakaana. Konduktöörit poistuivat kiskobusseista vuosien 2014–2015 aikana ja lipputarkastuksia on tehty tämän jälkeen vain satunnaisesti.

Helsingin, Salon ja Turun väli on vuorotarjonnalla mitaten yksi Suomen suosituimpia reittejä linja-autoliikenteessä. Nopeimpien linja-autojen matka-aika on vain noin 10–20 minuuttia junien matka-aikojen hitaampi. Turku–Helsinki-kaukobusseja on kulkenut päiväsaikaan 2000-luvulla noin kahdesti tunnissa, ja vuorotarjontaa on myös yöaikaan. Samoin Helsinki–Vantaan lentokentälle on bussiyhteydet läpi vuorokauden. Hintakilpailu on kiristynyt 2010-luvulla merkittävästi, kun vuonna 2012 Turun ja Helsingin välillä alkoi niin kutsuttua halpabussi-liikennettä. Aluksi vuoteen 2016 asti halpabusseja kulki Turussa Kupittaaan rautatieaseman kautta. Nykyään kaikki kaukobussit lähtevät Turun linja-autostasemalta, mutta miltei kaikille kaukovuoroille voi ostaa etukäteen lippuja entiseen kiinteään kilometrihinnoitteluun perustuneita aikuisten hintoja edullisemmin. Nykyisen junaradan katvealueilla on paikoitellen hyvinkin runsasta seudullista linja-autotarjontaa, erityisesti Lohjalta ja Nummelasta Helsinkiin sekä Paimiosta ja Piikkiöstä Turkuun. Lisäksi jotkut Turku–Helsinki-pikavuorot ajavat osia vanhaa 1-tietä eli nykyistä 110-tietä.

Yhteysvälillä Hango–Tammisaari–Karjaa päivittäinen joukkoliikenteen tarjonta on 2010-luvulla tukeutunut junaliikenteeseen, jota linja-autoliikenne täydentää. Tiheimmin kulkee linja-autovuoroja pääosin kouluvuoden aikaisiin arkipäiviin rajoittuen Raaseporin kaupungin sisällä kuten Tammisaaren, Karjaan ja Pohjan välillä. Tammisaaresta on useita linja-autoyhteyksiä myös Helsinkiin arkipäiviin keskittyen, ja ne ajavat joko Lohjan tai Inkoon kautta. Lisäksi VR on järjestänyt Inkoon junapysähdysten loputtua yksittäisiä liityntäkuljetuksia Kirkkonummen, Inkoon ja Karjaan välille. Hankoon asti kulkee arkisin vain yksittäisiä linja-autovuoroja. (Uudenmaan ELY-keskus 2016.) Alkuvuodesta 2020 linja-auto- ja junaliikenteen tarjonnan keskinäiset voimasuhteet ovat säilyneet pitkälti edellä

kuvatun kaltaisina. Junaliikenteen tarjonnan kanssa matka-ajaltaan kilpailukykyisiä linja-autoyhteyksiä Karjaalta, Tammisaaresta ja Hangosta Turkuun ei ole.

3.2 Helsinki–Turku-ratakäytävän junaliikenteen nykytila

Arkipäivisin Helsingin ja Turun välillä kulkee joulukuusta 2019 kesäkuuhun 2020 ulottuvalla aikataulukaudella kaukojunia Intercity- ja Pendolino-kalustolla noin tunnin välein, ja viikonloppuisin hieman harvemmin. Aikataulurakenne perustuu tasan tunnein välein kulkevalle junaparille niin, että henkilöjunat kohtaavat Kupittaa ja Salon asemilla sekä kaksiraiteisilla osuuksilla lähellä Karjaata ja Kauklahtea. Junat lähtevät yleisimmin Turusta minuutilla 25 ja Helsingistä 37. Saapumisajat ovat vastaavasti Turkuun minuuteilla 31/34 ja Helsinkiin minuutilla 23. Keskipäivällä ja illalla junat eivät kulje joka tunti. Arkiruuhkissa tunnin vuoroväliä täydentävät lähdöt Turusta Helsinkiin kello 7:05 ja Helsingistä Turkuun kello 16:07. Yleisimmin kaukojunat pysähtyvät Kupittaaalla, Salossa, Karjaalla, Leppävaarassa ja Pasilassa. Jotkin junat pysähtyvät Kirkkonummella. Ruuhka-ajan junapari pysähtyy vain Kupittaaalla ja Pasilassa. Junatarjonta, vuorovälit ja liikennöintiajat ajalla 15.12.2019–14.6.2020 on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Junatarjonta, vuorovälit ja liikennöintiajat ajalla 15.12.2019–14.6.2020.

Juna	Maanantai-torstai	Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
Turku–Helsinki-kaukojuna	15 vuoroa noin 1 h välein klo 5:30–20:30	16 vuoroa noin 1 h välein klo 5:30–22	10 vuoroa noin 1–2 h välein klo 7:30–20:30	11 vuoroa noin 1–2 h välein klo 8:30–21:30
Helsinki–Turku-kaukojuna	15 vuoroa noin 1 h välein klo 5:30–20:30	17 vuoroa noin 1 h välein klo 5:30–20:30	10 vuoroa noin 1–2 h välein klo 7:30–20:30	10 vuoroa noin 1–2 h välein klo 8:30–20:30
Siuntio–Helsinki-lähijuna	8 vuoroa pääosin ruuhka-aikoina klo 6–20:30		0 vuoroa	
Helsinki–Siuntio-lähijuna	8 vuoroa pääosin ruuhka-aikoina klo 6–23		1 vuoro myöhäisiltä klo 23	
Karjaa–Helsinki-lähijuna	1 vuoro varhaisaamu klo 5:30		0 vuoroa	
Helsinki–Karjaa-lähijuna	1 vuoro myöhäisiltä klo 23		1 vuoro myöhäisiltä klo 23	
Hanko–Karjaa-taajamajuna	7 vuoroa 2–3 h välein klo 6:30–20:30		6 vuoroa 2–3 h välein klo 8:30–20:30	
Karjaa–Hanko-taajamajuna	7 vuoroa 2–3 h välein klo 7:30–21:30		6 vuoroa 2–3 h välein klo 9:30–21:30	

HSL-alue ulottuu nykyään Helsingistä Siuntioon. Lähijunia ajetaan Sm5-kalustolla Helsingistä Kauklahteen 30 minuutin välein ja Helsingistä Kirkkonummelle 30 minuutin välein eli yhteinen vuoroväli Helsingistä Kauklahteen on noin 15 minuuttia. Arkisin ajetaan yhteensä kahdeksan vuoroparia Siuntiosta Helsinkiin ja yksi vuoropari Karjaalta Helsinkiin. Viikonloppuisin Kauklahteen ja Kirkkonummen junien vuoroväli on sama, mutta liikennöintiaika on suppeampi. Viikonloppuna Siuntioon ei ole edestakaista liikennettä.

Helsingin ja Turun välisten kaukojunien liikennöinti vaatii nykyään vähintään kuusi kaukojunakalustokokoonpanoa, mikäli Rantaradalla käytetään muusta rataverkosta erillistä kalustokiertoa. Tavallisilla kaukojunavuoroilla kierrosaika on lyhimmillään viisi tuntia. Tällöin Helsingissä on 14 minuutin ja Turussa noin 50 minuutin kääntöaika. Ruuhka-aikojen hetkellinen puolen tunnin vuoroväli nostaa minimikalustotarpeen kuuteen kokoonpanoon. Hanko–Karjaa-välillä riittää yksi kalustokokoonpano, johon voidaan liittää yksi tai kaksi kiskobussi-yksikköä.

Joulukuuhun 2019 asti ulottuneella aikataulukaudella Helsingin ja Turun välillä kulki päivittäin Pendolinoja sekä 3–6-vaunuisia IC-junia. Nykyisellä aikataulukaudella kulkee Pendolinoja sekä IC-junia, jotka ovat pääosin 4–5-vaunuisia ja yksittäisillä vuoroilla kolmevaunuisia. Operaattori VR on yhdistänyt Helsinki–Turku-välin muiden reittien veturi- ja vaunukiertoihin, esimerkiksi Helsingistä Turkuun saapuva juna voi jatkaa Turusta Tampereen kautta Poriin ja toisin päin. Pendolinoissa on noin 290 myytävää matkustajapaikkaa, ja Turun radalla kulkevissa IC-rungoissa noin 250–500 matkustajapaikkaa. Joulukuussa 2019 kokonaismatkustajakapasiteetti kasvoi Helsinki–Turku-junissa jonkin verran, kun neli- tai viisivaunuisia kokoonpanoja käytetään enemmän aiemmin käytettyjen kolmivaunuisten sijaan.

Helsingin ja Turun kaukojunien matka-aika on yleisimmin 1:57 ja 1:58 tuntia (Taulukko 4). Muutaman vuoron kokonaismatka-aika on kymmenisen minuuttia pidempi, mikä johtuu lähinnä ylimääräisistä junakohtaamisista. Maaliskuuhun 2016 asti Helsinki–Turku-kaukojunat lähtivät molemmista päistä tasatunnin aikaan. Tällöin junien matka-aika oli 1:58 tuntia, ja niillä oli pysähdys myös Kirkkonummella. Maaliskuusta 2016 alkaen Kupittaalla, Salossa, Karjaalla, Leppävaarassa ja Pasilassa pysähtyvien Intercity-junien matka-aika oli 1:53 tuntia ja nopean Express-junan 1:38 tuntia. Tällöin Kupittaalla ei ollut aikataulunmukaisia junakohtauksia, vaan kahdella junalla oli Turun asemalla sama lähtö- ja tuloaika. Sittemmin Rantaradalla on jouduttu siirtymään hitaampiin aikatauluihin muun muassa ratatöiden, junakohtausten muuttamisen ja aikatauluvarmuuden parantamisen takia.

Taulukko 4. Junien aikataulunmukaiset matka-ajat 15.12.2019–14.6.2020.

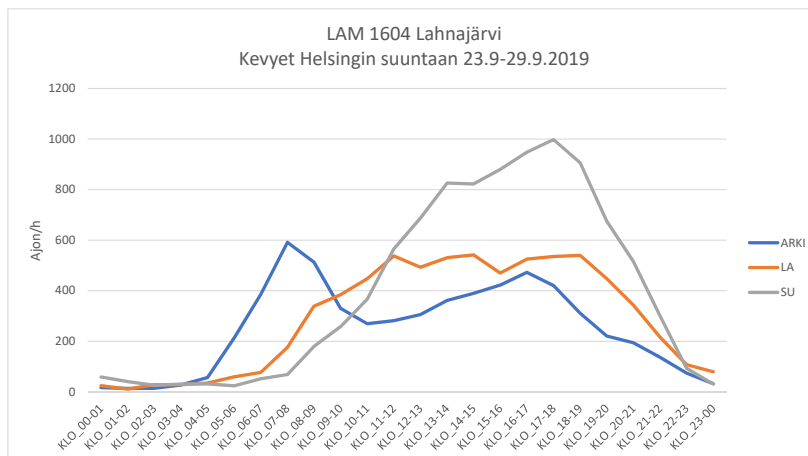
Juna	Yleisin matka-aika	Nopein matka-aika	Hitain matka-aika
Turku–Helsinki: tavallinen kaukojuna	1:58	1:56	2:08
Turku–Helsinki: ruuhka-ajan kaukojuna	1:48 (1 vuoro)		
Helsinki–Turku: tavallinen kaukojuna	1:57	1:54	2:10
Helsinki–Turku: ruuhka-ajan kaukojuna	1:52 (1 vuoro)		
Siuntio–Helsinki: lähijuna	0:45	0:45	0:50
Helsinki–Siuntio: lähijuna	0:43	0:43	0:55
Helsinki–Karjaa–Helsinki-lähijuna	1:10/1:17 (1 vuoropari)		
Hanko–Karjaa–Hanko-taajamajuna	0:40 (kaikki vuorot)		

3.3 Liikenteen tunti- ja viikonpäivävaihtelut

Tässä selvityksessä ei ollut käytettävissä aiempia pitkänmatkaisen junamatkustamisen yksityiskohtaisia tunti- tai viikonpäivävaihtelutietoja. Voidaan kuitenkin olettaa, että junamatkustuksen aikavaihtelut ovat saman kaltaisia kuin henkilöautoliikenteessä. Tässä työssä on tarkasteltu henkilöautoliikenteen vaihtelua eri viikonpäivinä ja kellonaikoina Lahnajärven kohdalla, joka edustaa Lohjan ja Salon välistä jaksoa.

Liikenne Helsingin suuntaan

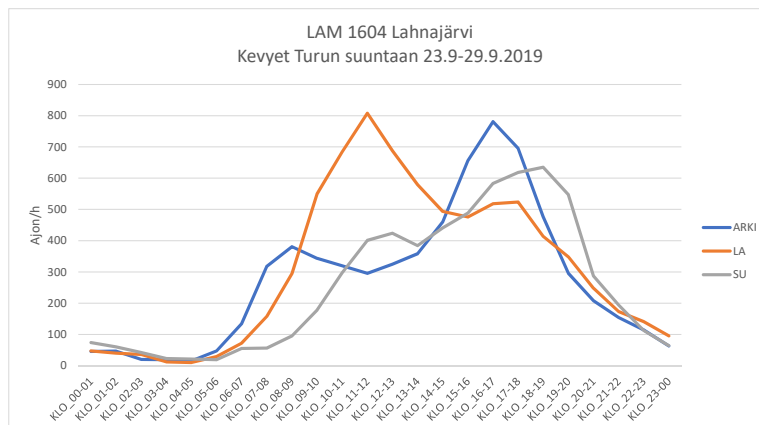
Liikenne on arkisin vilkkaimmillaan kello 7–8. Iltapäivän huipputuntina liikennettä on noin neljänneksen vähemmän. Tuntivaihtelu on saman tyyppinen kuin Telian Turku–Helsinki-matkoilla (luku 5), joilla aamuhuipun osuus on vielä selvästi suurempi. Lauantaisin liikenne jakautuu melko tasaisesti päivän eri tunteille. Sunnuntaisin liikenne painottuu iltapäivään ja alkuiltaan, jolloin liikenne on selvästi vilkkaampaa kuin muina aikoina viikolla (Kuva 2).



Kuva 2. Henkilö- ja pakettiautoliikenne Valtatiellä 1 Lahnajärven kohdalla Helsingin suuntaan syyskuussa 2019.

Liikenne Turun suuntaan

Liikenne on arkisin vilkkaimmillaan kello 16–17. Aamun huipputuntina liikennettä on noin puolet vähemmän. Tuntivaihtelu on hyvin saman tyyppinen kuin Telian Helsinki–Turku-matkoilla. Lauantaisin liikenne painottuu aamupäivään, jolloin liikenne on yhtä vilkasta kuin arkipäivien huippuina. Sunnuntaisin liikenne painottuu iltapäivään ja alkuiltaan (Kuva 3).



Kuva 3. Henkilö- ja pakettiautoliikenne Valtatiellä 1 Lahnajärven kohdalla Turun suuntaan syyskuussa 2019.

4 Liikenne-ennusteiden lähtökohdat ja laadintamenettely

4.1 Väestön kehitysskenaariot

Liikenteen kehityksestä on laadittu kaksi erilaiseen maankäytön kehitykseen perustuvaa ennustetta, joiden taustalla on Tilastokeskuksen uusi väestöennuste vuodelle 2040 sekä seutujen väestöennuste vuodelle 2050. Asukasmäärien toteutunut kehitys 2016–2019 ja liikenne-ennusteissa käytetyt kehitysarviot vuosille 2040 ja 2050 on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Asukasmäärien toteutunut kehitys 2016–2019 ja liikenne-ennusteissa käytetyt kehitysarviot vuosille 2040 ja 2050.

Kunta	Toteutuma 2016-2019			Ennuste			
	2016	2019	Muutos vs 2016	Tilastokesk. 2040	Muutos vs 2019	Seudut 2050	Muutos vs 2019
Helsinki	635 181	655 276	3.2 %	760 700	16.1 %	863 600	31.8 %
Espoo	274 583	287 905	4.9 %	344 217	19.6 %	407 300	41.5 %
Vantaa	219 341	231 645	5.6 %	278 937	20.4 %	299 100	29.1 %
Kauniainen	9 397	9 703	3.3 %	11 124	14.6 %	9 400	-3.1 %
Kirkkonummi	39 033	39 415	1.0 %	41 892	6.3 %	52 700	33.7 %
Vihti	28 967	29 229	0.9 %	29 628	1.4 %	43 600	49.2 %
Siuntio	6 178	6 119	-1.0 %	6 146	0.4 %	6 146	0.4 %
Inkoo	5 585	5 365	-3.9 %	4 923	-8.2 %	4 923	-8.2 %
Raasepori	28 077	27 334	-2.6 %	23 857	-12.7 %	23 857	-12.7 %
Hanko	8 663	8 212	-5.2 %	6 119	-25.5 %	6 119	-25.5 %
Lohja	47 149	45 951	-2.5 %	40 816	-11.2 %	50 816	10.6 %
Salo	53 546	51 799	-3.3 %	43 900	-15.2 %	53 900	4.1 %
Paimio	10 713	10 856	1.3 %	10 961	1.0 %	11 846	9.1 %
Kaarina	32 738	33 734	3.0 %	36 617	8.5 %	44 570	32.1 %
Turku	187 604	192 982	2.9 %	213 317	10.5 %	235 989	22.3 %
Lieto	19 418	19 923	2.6 %	20 741	4.1 %	25 307	27.0 %
Raisio	24 283	24 029	-1.0 %	22 550	-6.2 %	26 609	10.7 %
Naantali	19 068	19 315	1.3 %	20 042	3.8 %	20 549	6.4 %
Rusko	6 137	6 294	2.6 %	6 624	5.2 %	7 805	24.0 %
Helsingin seutu	1 206 502	1 253 173	3.9 %	1 466 498	17.0 %	1 675 700	33.7 %
Rantakäytävä	48 503	47 030	-3.0 %	41 045	-12.7 %	41 045	-12.7 %
Lohja-Salo	100 695	97 750	-2.9 %	84 716	-13.3 %	104 716	7.1 %
Turun seutu	299 961	307 133	2.4 %	330 852	7.7 %	372 675	21.3 %
Koko alue	1 655 661	1 705 086	3.0 %	1 923 111	12.8 %	2 194 136	28.7 %

A. Tilastokeskuksen uusi (2019) väestöennuste vuodelle 2040.

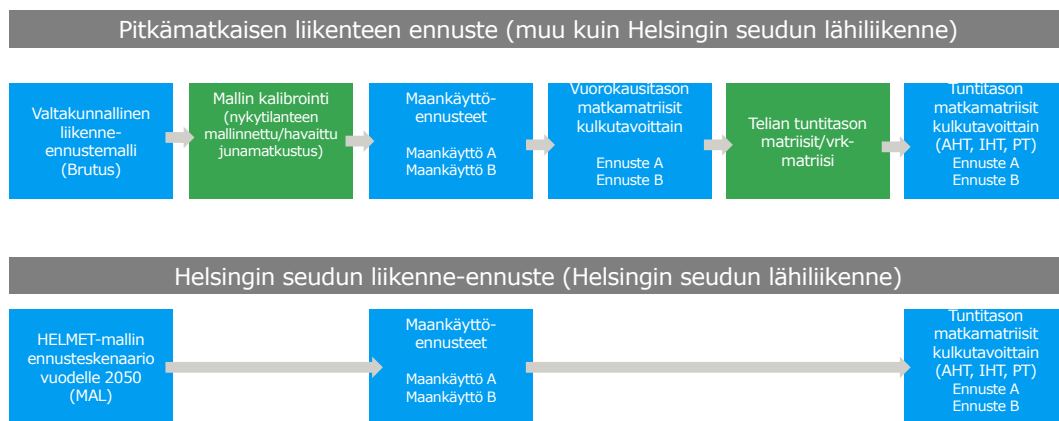
Ennusteskkenaario kuvaa tilannetta, jossa uusi ratayhteys ei ole ehtinyt vielä merkittävästi vaikuttamaan ratakäytävän maankäytön kehitykseen. Ennuste kuvaa uuden ratayhteyden käytön alkuvaiheen mukaista tilannetta. Asukasmäärät ovat Tilastokeskuksen syksyllä 2019 julkistaman ennusteen mukaiset.

B. Seutujen väestöennuste vuodelle 2050.

Ennusteskkenaario kuvaa pidemmän aikavälin tilannetta, jossa uusi ratayhteys on ehtinyt vaikuttamaan merkittävästi ratakäytävän maankäytön kehitykseen. Ennusteeseen on kuvattu Helsingin seudulla MAL-suunnitelman ja Turun seudulla seudullisen liikenne-ennusteen maankäyttöluvut vuodelle 2050. Muualla lähtökohtana on Tilastokeskuksen ennuste vuodelle 2040, johon on tehty tarkistuksia. Salossa on 10 000 asukasta enemmän kuin Tilastokeskuksen ennusteessa, Lohjan Lempolassa, Vihti-Nummelassa, Espoon Myntinmäessä ja Espoon keskuksessa 10 000 uutta asukasta, Espoon Histassa 15 000 uutta asukasta ja Veikkolassa 2 000 uutta asukasta. Asemanseutujen ulkopuolella maankäytön muutokset on kohdistettu Helsingin seudulla MAL-suunnitelman 2050-lukujen ja muualla nykyisten asukasmäärien mukaisessa suhteessa.

4.2 Matkustajamääräennusteiden laadintamenettely

Liikenne-ennusteiden tuottamisessa on käytetty valtakunnallista BRUTUS-liikennemallia. Malli on sama, jolla tuotettiin vuonna 2018 Liikenneviraston valtakunnallinen liikenne-ennuste vuodelle 2040. Helsinki–Turku-välin matkustajaennustetta varten on laadittu uusi perusennuste, johon on kuvattu uusi nopeampi Helsinki–Turku-junayhteys. Liikennemalli huomioi matkojen suuntautumisen ja kulkutavoissa tapahtuvat muutokset. Eri liikennöintivaihtoehtojen väliset erot matkustuskysynnässä on ennustettu muutosmallilla, joka huomioi muun muassa ajoaika- ja vuorotiheysmuutosten vaikutukset eri kulkutapojen käyttöön. Lohjan ja Kirkkonummen suunnan lähiliikenteen matkustajakysyntä on ennustettu HSL:n Helmet-liikenne-ennustemallilla. Ennusteprosessi on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Liikenne-ennusteiden laadintaprosessi.

Liikennemallien nykytilannevuosi on 2017. Pitkämatkaisen liikenteen kalibroinnissa on hyödynnetty vuoden 2017 junaliikenteen matkustajamäärätietoja sekä kokonaismatkamäärän osalta Telian toimittaman matkapuhelinten tukiasemapaikannukseen perustuvaa matka-aineistoa, joka on kerätty alkusyksyltä 2019.

Nykyisten matkustajavirtojen pohjalta on muodostettu Brutus- ja Emme-liikennemalleja käyttäen arviot liikkumisen ja eri kulkutapojen käytön kehityssennusteista eli tässä tapauksessa siitä, kuinka paljon tulevaisuudessa tehdään junamatkoja Turun ja Helsingin välisellä alueella. Lähtökohtana on käytetty maankäyttöennusteita, demografiatietoja sekä liikenneyhteyksien kehittymistä. Matkustajaennusteet on laadittu liikennemallilla eri infra- ja aikatauluvaihtoehdoille.

Valtakunnallinen liikennemalli tuottaa matkustajamääräennusteet vuorokausitasolla. Telian matka-aineisto sisältää vuorokausimäärien ohella matkamäärät myös lähtötunneittain. Valtakunnallisen liikennemallin vuorokausimatriiseista on lohkaistu Telian aineiston perusteella tuntitason kysyntämatriisit lähtötunneille 7, 12 ja 16. Huipputunneiksi on arvioitu aamun osalta kello 7:15–8:15 ja iltapäivän osalta kello 15:30–16:30. Tasatuntimatriisit on muunneltu huippu-tuntimatriiseiksi Lahnajärven LAM-pisteen liikennemäärätietojen perusteella (AHT 1,01 x 7–8, IHT 1,09 x 16–17).

5 Matkapuhelinten tukiasemapaikannukseen perustava matka-aineisto

5.1 Menetelmän kuvaus

Ihmisvirtojen nykyistä liikkumista Turku–Helsinki-liikennekäytävässä on arvioitu teleoperaattori Telian matkapuhelinverkoista saatavien anonymisoitujen ja aggregoitujen välitystietojen avulla. Telian postinumeroalueitasoisten markkinaosuustietojen avulla tiedot on yleistetty kuvaamaan koko väestöä. Matkojen lähtö- ja määrämpäiden rajauksena käytetään kuntarajoja Varsinais-Suomessa ja Uudenmaalla, eli aineisto tuottaa tiedot ihmisvirtojen liikkumisesta esimerkiksi Turun ja Helsingin, Salon ja Vantaan, Raaseporin ja Espoon välillä ja niin edelleen. Kuntakohtaisella, suurella rajauksella pyritään lisäämään luotettavuutta esimerkiksi kunnanositaiseen tai postinumeroalueittaiseen tarkasteluun verrattuna. Aikarajaus perustuu vuoden 2019 viikkojen 35–38 aritmeettiseen keskiarvoon. Matkamääräaineisto on tuotettu niin arkipäivien (maanantai–perjantai, 20 kpl) kuin viikonloppujen osalta (lauantai–sunnuntai, 8 päivää). Käytetty ajanjakson valinta on 26.8.2019–22.9.2019, sillä tavoitteena on kuvata liikkumista kalenterivuoden mittakaavassa tyypilliseltä ajankohdalta. Elokuun loppupuolella päiväkotien sekä peruskoulujen ja toisen asteen oppilaitosten lukuvuosi on käynnistynyt ja samoin korkeakoulujen lukuvuosi on päässyt käyntiin. Valitulla ajanjaksolla liikkumisviikkaus on lähellä vuotuista keskiarvoa, sillä Turun ja Helsingin välisten matkamäärien on havaittu olevan suurimmat kesäkuukausina ja hiljaisimmat alkuvuodesta, erityisesti tammikuussa (Jormakka 2019, 60).

Arkipäivien ja viikonloppun aineistot on eroteltu vuorokausien ja tuntien perusteella. Kysyntäennusteet on laadittu keskittyen arkiaineistoihin ja niiden ruuhkahuippuihin.

Aineistojen laadukkuutta on arvioitu varmistamalla, että tuntitason aineistot yhteenlaskettuina antavat merkittävimpien kaupunkien välillä yhdenpitävän matkamäärälukeman pelkän vuorokausitason aineiston kanssa. Tietosuojasäädösten (GDPR-asetus jne.) ja tutkimuseettisten periaatteiden nojalla mukana käytetään vain matkoja, joita on tehty neljän viikon tarkastelujakson aikana identtisesti vähintään kuusi kertaa kahden kunnan tai kaupungin välillä. Liikkumisdata on anonymisoitua massatietoa eli yksittäiset käyttäjät ja heidän kulmansa matkat eivät ole tunnistettavissa aineistosta. Turku–Helsinki-radan liikennekäytävässä sijaitsevien kuntien välillä matkoja tehdään neljän viikon aikana lähes poikkeuksetta vähintään kuusi kappaletta myös tunneittain tarkasteltaessa, joten kuuden matkan rajauksen ei voi katsoa heikentävän metodin luotettavuutta. Vähintään kuuden matkan tuntitason aineistoa jää kertymättä lähinnä yön hiljaisimpina tunteina, jolloin myös joukko liikennettä liikennöidään hyvin vähäisesti. Tyypillisimmin alle kuutta matkaa tehdään Varsinais-Suomen ja Uudenmaan pienimmistä kunnista toisiin, muualla Suomessa sijaitseviin pienempiin kuntiin, kuten Sauvosta Kihniöön tai Inkoosta Rautalammille.

Menetelmän vahvuutena on erittäin suuri otoskoko (luokkaa 30 %), kun perinteisissä kyselytutkimuksissa otos on tyypillisesti alle prosentin. Näin ollen matkapuhelinaineisto antaa varsinkin pidempien matkojen osalta varsin luotettavan kuvan matkojen kokonaismäärästä. Käytetty aineisto ei kuitenkaan mahdollista eri kulkutapojen erittelyä.

5.2 Tulokset

Telian tuottaman liikkumisaineiston perusteella alkusyksyn 2019 (26.8.–22.9.2019) tarkastelujaksolla Uudenmaan ja Varsinais-Suomen alueilla tehtiin arkisin yhteensä noin 5,6 miljoonaa matkaa (Kuva 5) ja viikonloppuisin 4,7 miljoonaa matkaa (Kuva 6). Kaikki matkat alkavat tai päättyvät Varsinais-Suomen ja Uudenmaan kuntien alueilla eli esimerkiksi matka Turusta Kouvolaan kuuluu aineistoon (Varsinais-Suomi–Kymenlaakso), mutta matka Kouvolaan Kotkaan ei kuulu aineistoon (Kymenlaakso–Kymenlaakso). Matka kuvaa kahden aktiviteetin välistä siirtymää. Matkan katkaisevan aktiviteetin pituus on suhteessa matkan pituuteen, ja esimerkiksi lyhyimmillä matkoilla 20 minuutin tauko on sallittu. Näin ollen esimerkiksi junan tai linja-auton pysähtyminen välitasemalla tai pidemmällä matkalla henkilöautolla tavanomaisen pituinen pysähtyminen reitin varrella sijaitsevalla huoltoasemalla eivät pilko tosiasiaa samaa matkaa kahteen tai useampaan osaan.

Arkisin (Kuva 5) miltei 95 prosenttia tarkasteltavista matkoista (5 318 980) tehdään Varsinais-Suomen ja Uudenmaan välisellä alueella. Varsinais-Suomen ja Uudenmaan sisäisistä matkoista 99 prosenttia (5 264 544) tehdään saman maakunnan sisällä. Maakuntarajan ylittävien matkojen määrä on 54 436. Korkea luku selittyy ennen kaikkea sillä, että ylivoimaisesti suosituinta on matkustaa saman kunnan tai kaupungin sisällä tai kahden lähikunnan tai -kaupungin välillä. Maakunnan sisäisistä matkoista (5 264 544) noin kaksi kolmasosaa tehdään kunnan sisällä ja kolmasosa kuntarajan yli. Arkipäiviä tarkemmalla tuntitasolla mitattaessa kaikkiin matkoihin (5,6 miljoonaa) sisältyy tietosuojahävikkiä (vähintään kuusi identtistä matkaa) 0,14 prosenttia. Alue- ja maakuntarajojen ylittävillä matkoilla hävikki on noin 1–2,5 prosenttia, muilla matkoilla enintään prosentin sadasosa.

Matkat päivässä yhteensä 5 609 425	
Alueen sisällä 5 318 980	Aluerajan yli 290 445
Maakunnan sisällä (joko Varsinais-Suomi tai Uusimaa) 5 264 544	Maakuntarajan yli 54 436
Kunnan sisällä 3 455 599	Kuntarajan yli 1 808 945

Kuva 5. Keskimääräiset matkamäärät yhden arkipäivän aikana päivätason aineistolla (Telian aineisto).

Viikonloppujen (Kuva 6) 4 718 341 matkoista arkipäiviä hieman suurempi osa on kauemmas suuntautuvia matkoja. Esimerkiksi 6,2 prosenttia tarkasteltavista matkoista (4 718 341) suuntautuu yli Varsinais-Suomen ja Uudenmaan (arkisin 5,2 prosenttia). Varsinais-Suomen ja Uudenmaan sisäisiä mutta näiden maakuntarajan ylittäviä matkoja tehdään päivässä noin 9000 kappaletta enemmän kuin arkisin.

Matkat päivässä yhteensä 4 718 341		
Alueen sisällä 4 427 697		Aluerajan yli 290 644
Maakunnan sisällä (joko Varsinais-Suomi tai Uusimaa) 4 364 111		Maakuntarajan yli 63 586
Kunnan sisällä 2 990 663	Kuntarajan yli 1 373 448	

Kuva 6. Keskimääräiset matkamäärät yhden viikonloppupäivän aikana tuntitason aineistolla (Telian aineisto).

Arkipäiviä tarkemmalla tuntitasolla mitattaessa kaikkiin matkoihin (5,6 miljoonaa) sisältyy tietosuojahävikkiä (vähintään kuusi identtistä matkaa) 0,14 prosenttia. Alue- ja maakuntarajojen ylittävillä matkoilla hävikki on noin 1–2,5 prosenttia, muilla matkoilla enintään prosentin sadasosa. Pidempien matkojen tuntitason tietosuojahävikki selittyy kuuden identtisen matkan vaatimuksella. Varsinais-Suomesta ja Uudenmaalta ei kerry näiden maakuntien ulkopuolelle moniin pienempiin kuntiin kuukaudessa kuutta matkaa samalla lähtötunnilla, mutta aineistosta ulos rajautuvien kuntaparin matkojen merkitys on tämän tutkimuksen tarpeisiin erittäin vähäinen. Tuntitason tietojen käyttöä liikenneennusteiden tekemisessä voi siis pitää luotettavana työmenetelmänä.

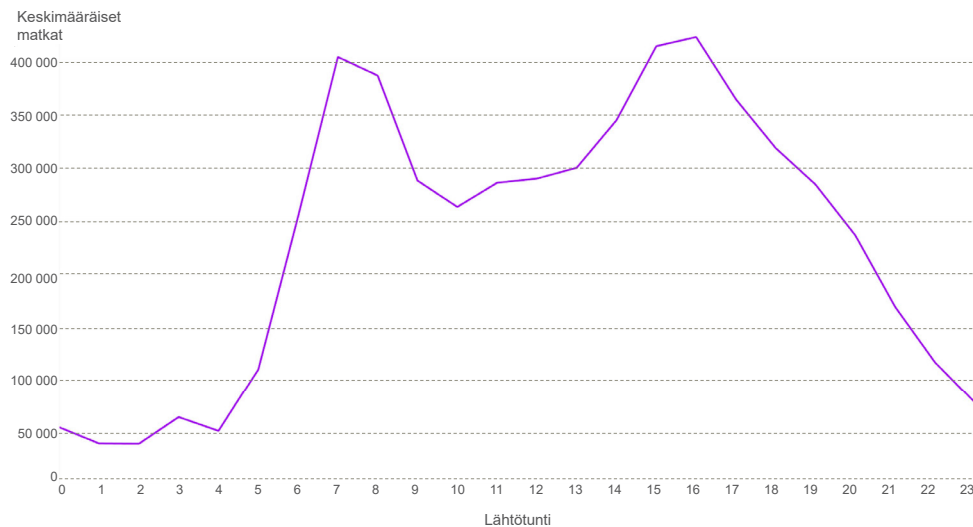
Helsinki–Lohja–Turku-ratakäytävän kuntien välisten liikkumisen tarkastelujen perusteella (Taulukko 6) määrällisesti eniten – ilman pääkaupunkiseudun kuntien välisen liikkumisen huomioimista – matkoja tehdään Vihdistä ja Lohjalta pääkaupunkiseudun kuntiin ja takaisin, yli 20 000 matkaa päivässä kummastakin kunnasta. Turusta pääkaupunkiseudun kuntiin (Helsinki, Espoo, Vantaa) ja takaisin matkoja tehdään arkipäivän aikana noin 10 000 ja Salosta pääkaupunkiseudun kuntiin ja takaisin noin 6500. Lohjan ja Vihtin välisiä matkoja on yli 12 000 sekä Salon ja Turun välisiä matkoja yli 7000. Vihdistä matkustetaan kokonaisuudessaan pääkaupunkiseudun kuntiin jonkin verran Lohjaa enemmän, mutta matkamäärät Vihdistä Saloon ja Turkuun ovat selvästi Lohjaa matalammat. Turun luvut tarkoittavat Turun kaupungin aluetta, eli ne eivät sisällä Turun naapurikuntaa.

Taulukko 6. Keskimääräisiä matkamääriä Helsinki–Turku-ratakäytävän (ESA-rata) kaupunkien välillä yhden arkipäivän aikana päivätason aineistolla, molemmat suunnat yhteensä (Telian aineisto).

	Helsinki	Espoo ja Vantaa	Vihti	Lohja	Salo
Helsinki					
Espoo ja Vantaa					
Vihti	8327	15200			
Lohja	8412	13426	12240		
Salo	2941	3603	485	4517	
Turku	5986	3935	238	904	7412

Kokonaisuudessaan Uudenmaan ja Varsinais-Suomen kunta-aineistossa noin 23 prosenttia kaikista matkoista alkaa Helsingistä, noin 13 prosenttia Espoosta, vajaa 10 prosenttia Vantaalta ja reilu kuusi prosenttia Turusta. Helsingistä, Espoosta tai Vantaalta alkaa lähes puolet kaikista matkoista. Tämän jälkeen eniten matkoja alkaa jokseenkin tasaisesti Salosta, Nurmijärveltä, Lohjalta, Kirkkonummelta, Tuusulasta ja Raaseporista.

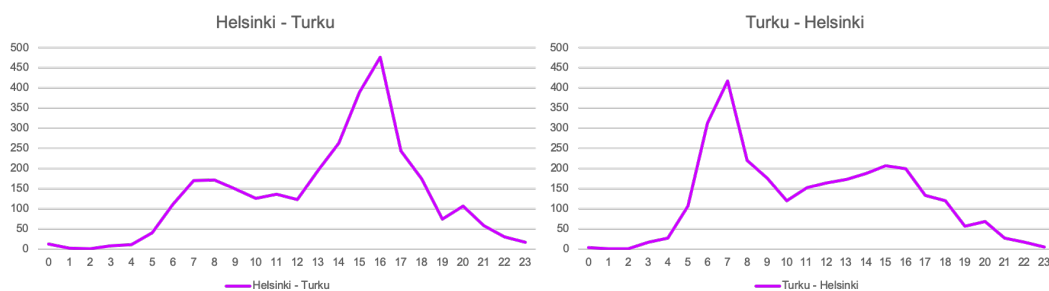
Arkipäivien aineistossa matkustuksella on kaksi selvää ruuhkapiikkiä aamuisin ja iltopäivisin (Kuva 7). Yhden tunnin aikana voi alkaa jopa yli kymmenesosa kaikista päivän matkoista, mutta keskipäivällä matkoja aloitetaan noin kolmasosan vähemmän ruuhkapiikkeihin verrattuna. Hiljaisinta matkustus on yöaikaan. Liikenne-ennusteiden laskelmat tehdään arkiaineiston avulla, sillä etenkin pääkaupunkiseudun lähijunaliikenteessä matkustus on vilkkainta arkisin koululaisten ja työmatkalaisten liikkuesssa. Toisaalta myös lauantaisin aamupäivällä ja sunnuntaisin illasta matkustus voi olla myös erittäin vilkasta, mikä pitää myös huomioida julkisen liikenteen käytännön tason aikataulusuunnittelussa.



Kuva 7. Matkojen lähtötuntiprofiili arkipäivien tuntitason aineistolla, tuhansina matkoina (Telian aineisto).

Maakuntakeskusten välillä Turusta Helsinkiin Telia-datan mukaan matkoja tehdään arkipäivisin keskimäärin 2 902 ja viikonloppuisin 3 085 ja toiseen suuntaan Helsingistä Turkuun arkisin 3 084 ja viikonloppuisin 3 024 matkaa. Arkipäivisin matkustus jakautuu vahvasti matkustussuunnan mukaan (Kuva 8). Arkiaamuisin kello 7–8 Turusta aloitetaan yli 400 matkaa Helsinkiin, kun iltopäivän ruuhkaimmillakin tunneilla matkamäärä jää noin puoleen. Helsingistä Turkuun vaihtelut ovat vielä voimakkaampia, sillä kello 16–17 Helsingistä aloitetaan Turkuun yli 450 matkaa, kun aamun ruuhkatunteina luku on alle 200. Kaikesta aineistosta poiketen (kuva 6 edellä) molemmissa suunnissa on vain yksi ruuhkapiikki. Luvut kuvaavat vain Turun ja Helsingin kaupunkien välisiä matkoja, eli esimerkiksi matkat Turusta Vantaalle tai Espooseen tai Kaarinasta Helsinkiin eivät sisälly kyseisiin lukuihin.

Keskimääräinen lähtötuntiprofiili

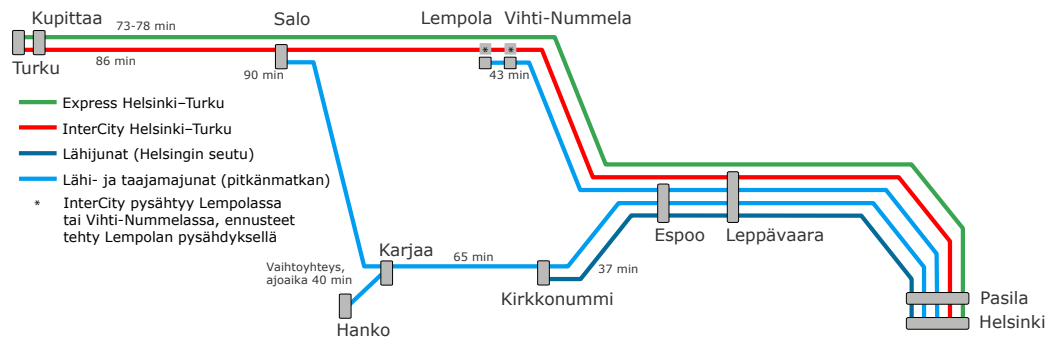


Kuva 8. Helsingin ja Turun sekä Turun ja Helsingin välisten matkojen lähtötuntiprofiili arkipäivien tuntitason aineistolla (Telia).

6 Liikennöintivaihtoehtojen analyysit

6.1 Tarkasteluasetelma

Tässä luvussa esitetään eri liikennöintivaihtoehtoihin perustuvat matkustajakysyntäennusteet sekä arvioidaan eri vaihtoehtojen matkustajahyötyjä, liikennöintikustannuksia ja aikataulujen toimivuutta. Infran ja liikennöinnin lähtöoletukset on kuvattu luvussa 2.3. Liikennöinnin perusrakenne ja tärkeimmät ajoajat Helsingistä on esitetty kuvassa 9. Tarkat tiedot esitetään kunkin vaihtoehdon yhteydessä.



Kuva 9. Liikennöinnin perusrakenne ja yleisimmät ajoajat Helsingistä. Vaihtoehdot eroavat junamäärien ja reittien mukaan.

Aikataulujen laadinnan lähtökohtana on käytetty nykyisiä ajoaikoja olemassa olevilla rataosuuksilla ja simuloinnin avulla määritettyjä ajoaikoja uudella Espoo–Lohja–Salo-oikoradalla. Express-junan matka-ajan tarkempaan muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä käsitellään tarkemmin esimerkinomaisesti luvussa 7.1. Matkustajakysyntä on laskettu Express-junan 73 minuutin ajoajalla. Ajoajan nopeuttamisen ja hidastamisen vaikutusta kysyntään käsitellään luvussa 7.2.

Liikennöintiratkaisut ovat vaihtoehtoista riippumatta monin osin samankaltaisia, joten matkustajakysyntää on arvioitu yksityiskohtaisesti kaukojunien osalta vain vaihtoehdon 1a ja lähijunien osalta vaihtoehtojen 1a ja 2a yhteydessä. Muiden vaihtoehtojen matkustajakysyntätarkastelujen osalta painopisteenä on erojen osoittaminen vaihtoehtoihin 1a ja 2a nähden. Matkustajakysyntätarkastelut on tehty pääosin alueiden vuoden 2050 väestöennusteeseen pohjautuvan ennusteskenaarion pohjalta (ks. tarkemmin luku 4.1), jotta tarpeita voidaan arvioida mahdollisimman kauaskatseisesti. Lohjan ja Kirkkonummen lähiliikenteen kysyntäanalyysissä on keskitytty kaluston mitoituksen kannalta mitoittavimpaan aamun ruuhkatunnin matkustuskysyntään. Tuloslukujen rakenne kuvataan tiivistetysti taulukossa 7.

Taulukko 7. Koonti vaihtoehtojen vilkkaan kysynnän ajan junatarjonnasta (tunti/suunta) sekä matkustajakysyntäanalyysien esitystavat ja -kohdat.

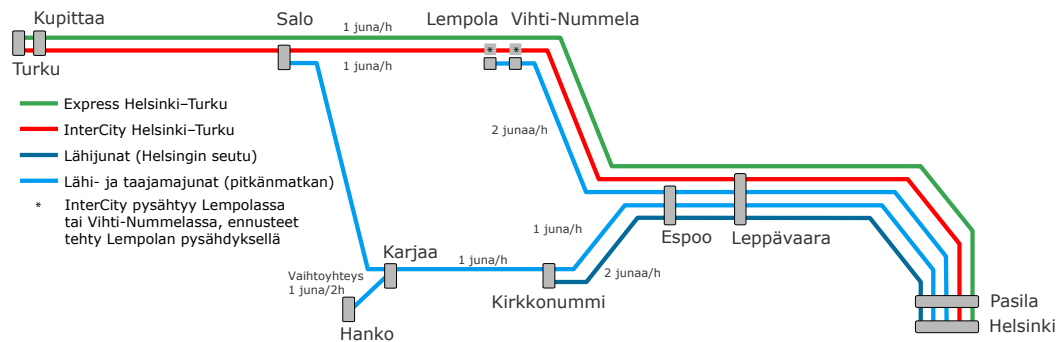
Vaihtoehto	Kaukojunien tarjonta	Kaukojunien ja Karjaan reittien kysyntäanalyysi	Lähijunien tarjonta	Lähijunien kysyntä-analyysi	Junamäärä Helsingistä
Ve1a	1 Express 1 IC	2040+2050, laaja	3 Kirkkonummi (1 Salo) 2 Lempola	2040+2050, laaja	7
Ve1b	1 Express 1 IC	2050	3 Kirkkonummi (1 Karjaa) 2 Lempola	2050	7
Ve2a	1 Express 1 IC	2050	4 Kirkkonummi (1 Salo) 4 Hista (2 Lempola)	2040+2050 laaja	10
Ve2b	1 Express 1 IC	2050	4 Kirkkonummi (1 Salo) 4 Hista (2 Lempola)	2050	10
Ve2c	0–1 Express 1–2 IC	2050	4 Kirkkonummi (1 Salo) 4 Hista (2 Lempola)	2050	10
Ve3	1 Express 1 IC (Ranta)	2050	4 Kirkkonummi (1 Siuntio) 4 Hista (2 Lempola)	2050	10
Ve4a	1 Express 1 IC	2050	3 Kirkkonummi (1 Salo) 2 Lempola 2 Turku–Salo- lähijunaa	2050	7
Ve4b	1 Express 1 IC	2050	3 Kirkkonummi (1 Karjaa) 2 Lempola 2 Turku–Salo- lähijunaa (toinen jatkaa Karjaalle)	2050	7

Karjaan suunnan liikenteen (Karjaa–Salo, Karjaa–Kirkkonummi, Karjaa–Hanko) kysyntäennusteet on tarkasteltu kaukoliikenteen yhteydessä, sillä ne ovat nykyään kaukoliikennereittejä. Lähijunien kysyntäanalyysissa on tarkasteltu Kirkkonummen ja Lohjan suuntien lähijunia. Kaikissa vaihtoehtoissa Hanko–Karjaa-junat oletetaan ajettavan nykyisenkaltaisesta noin kahden tunnin välein.

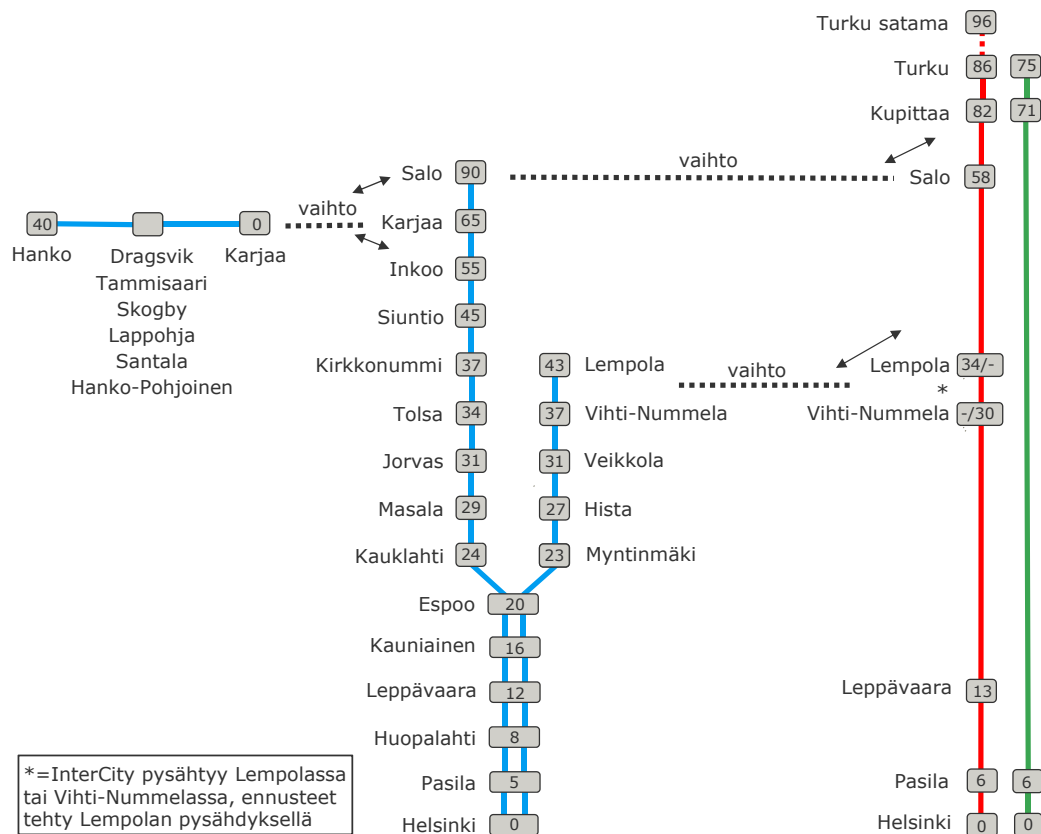
6.2 Vaihtoehto 1: Helsingistä 7 junaa/h/suunta

6.2.1 1a Liikennettä kaikilla radoilla

Vaihtoehdossa 1a liikenne säilyy uuden Espoo–Salo-radan lisäksi Rantaradan kaikilla osuuksilla. Vaihtoehdossa 1b liikennettä ei ole Rantaradan Salo–Karjaa-osuudella. Vaihtoehtojen 1a ja 1b seitsemän tunnittaisen junan määrä on sama kuin perusskenaariossa tutkimuksessa Helsinki–Turku-junayhteyden liikenteellisistä tarkasteluista (Väyläviraston julkaisuja 45/2019). Vaihtoehtoon 1a junamäärät ja matka-ajat esitetään kuvissa 10–11.



Kuva 10. Junamäärät vaihtoehdossa 1a.



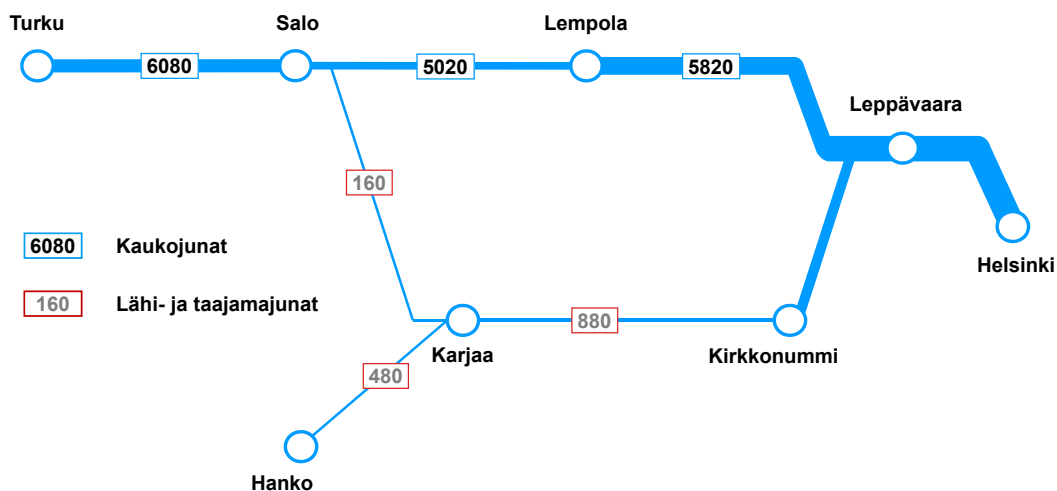
Kuva 11. Matka-ajat vaihtoehdossa 1a.

Vaihtoehdossa 1a Helsingistä Kirkkonummelle ajaa tunnissa suuntaansa kolme junaa, joista yksi jatkaa Karjaan kautta Saloon eli kaksi junaa kääntyy Kirkkonummella. Karjaalla on vaihtoyhteys Helsingin ja Salon suuntien lähijunista Hankoon menevään junaan ja toisin päin. Salosta on vaihtoyhteys Turkuun menevään IC:hen ja toisin päin ja Lempolassa on vaihtoyhteys Espoon ja Histan suunnan lähijunasta Turun IC:hen ja toisin päin.

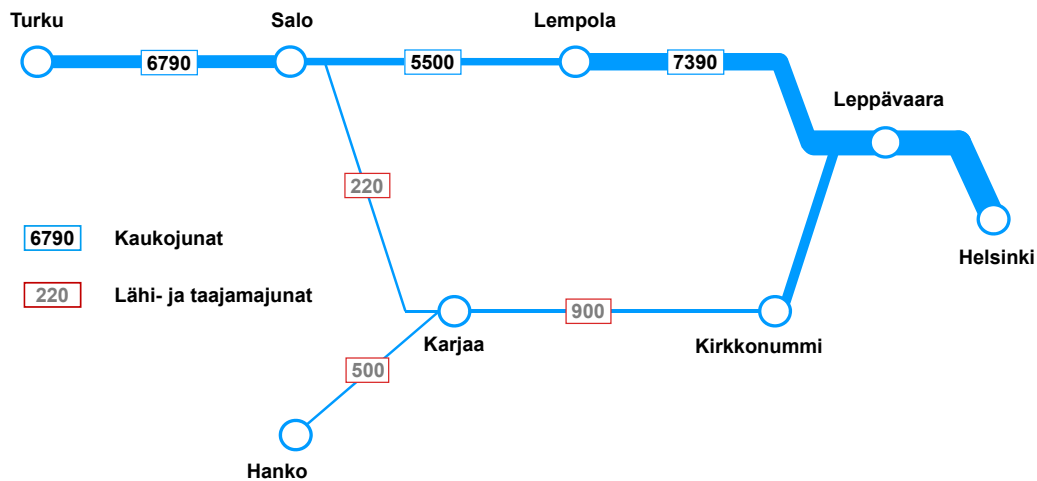
Salossa ei ole vaihtoyhteyttä Karjaalta tulevasta lähijunasta Lempolan/Helsingin suunnan IC-junaan eikä toisin päin, eli sujuvaa vaihdollista Raasepori-Lohja-junayhteyttä ei muodostu. Karjaa-Lohja-vaihtoyhteyden järjestäminen Salon kautta nostaisi IC-junien operointikustannuksia (Väylävirasto 2019a), ja uudesta oikorataosuudesta huolimatta valtatie 25 säilyisi selvästi sujuvampana ja nopeampana reittinä tällä matkalla. Karjaa-Lohja-Hyvinkää-radon mahdollinen avaaminen henkilöliikenteelle on rajattu tämän selvityksen ulkopuolelle.

Kaukojunien kysyntäennuste

Uuden oikoradan kautta kulkevien kaukojunien matkustajakuormitus arkipäiväkauden aikana on vuoden 2040 ennusteessa (A) noin 5 000–6 100 matkustajaa ja vuoden 2050 ennusteessa (B) noin 5 500–7 400 matkustajaa (Kuvat 12–13). Molemmissa vaihtoehdoissa matkustajamäärä on pienimmillään Salon ja Lohjan Lempolan välillä. Kupittaa ja Pasilan välillä ilman kaupallisia pysähdyksiä ajavan Express-junan matkustajamäärät sisältyvät lukuihin. Lempolasta Helsinkiin voi matkustaa myös lähijunalla, joten kaukojunien matkustajamäärät Lohjan ja Helsingin välillä voivat poiketa selvästi ennustetuista muun muassa lippujen hinnoittelun seurauksena. Lähijunat pysähtyvät kuvassa esitettyjen liikennepaikkojen lisäksi myös muilla asemilla. Matkustajamäärät on ilmoitettu Hangon radan osalta Karjaa-Tammisaari-väliltä. Karjaan ja Kirkkonummen väliset matkustajamäärät on ilmoitettu Karjaan ja Inkoon asemaväliltä.



Kuva 12. Ennuste (Ve1a) kaukojunien arkipäivän matkustajamäärästä vuonna 2040 Tilastokeskuksen väestöskenaariolla, molemmat kulkusuunnat yhteensä.

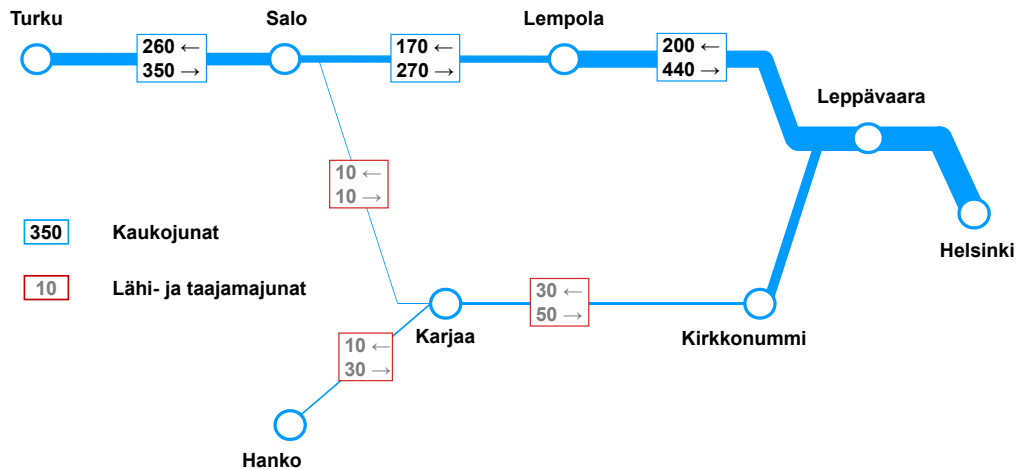


Kuva 13. Ennuste (Ve1a) kaukojunien arkipäivän matkustajamäärästä vuonna 2050 alueiden väestöskenaariolla, molemmat suunnat yhteensä.

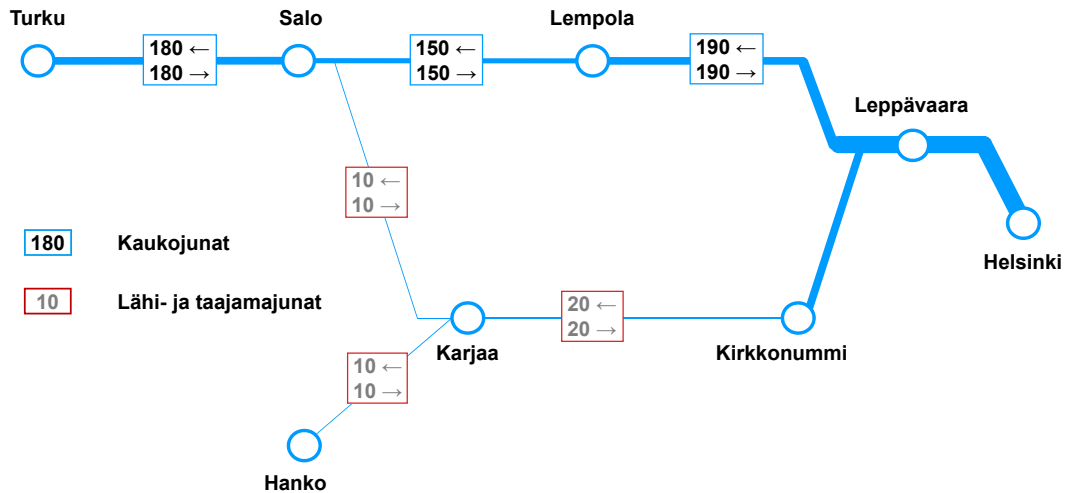
Rantaradan yksiraiteisella osuudella matkustajamääriltään vilkkein osuus olisi jatkossa Kirkkonummi–Karaa, jossa kulkisi arkivuorokauden aikana noin 900–1 000 matkustajaa molemmissa vaihtoehdoissa. Tammisaaren ja Karaan välillä olisi noin 500 matkustajaa päivässä ja Tammisaaresta Hangon suuntaan jatkaisi noin 150 matkustajaa päivässä. Salon ja Karaan välillä matkustajia on noin 200 päivässä. Hangon ja Karaan väliset matkustajamäärät pysyisivät suunnilleen ennallaan nykytilanteeseen verrattuna.

Kysyntäennusteen perusteella Karaan ja Salon välillä lähijunia olisi mielekasta liikennöidä harvemmin kuin kerran tunnissa koko päivän läpi. Liikennöintiin riittää aina yksi lähijunarunko. Vuorovälin merkittävä harventaminen todennäköisesti laskisi entisestään ohutta kysyntää. Salon ja Karaan välisen liikenteen mielekkyys vaatii Karaalla sujuvia jatkoyhteyksiä Hangon ja Helsingin suuntiin sekä Salossa Turun suuntaan.

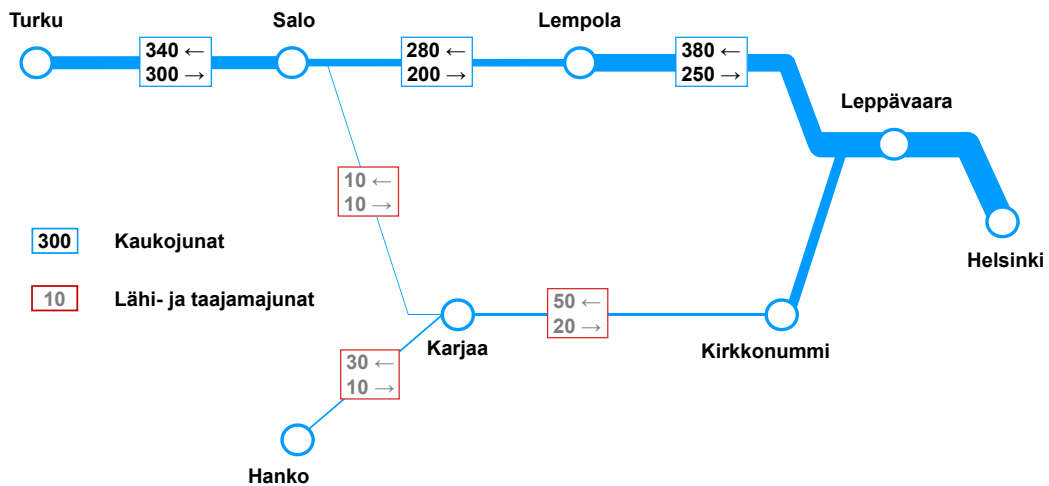
Vuonna 2050 (B) ennusteen perusteella kahdessa tunnittaisessa kaukojunassa kulkisi keskimääräisen aamu- ja iltapäiväruuhkapiikin aikana enimmillään yhteensä 400–450 matkustajaa ruuhkaisemmassa suunnassa (Kuvat 14–16). Kuten kuvissa 12–13, matkustajamäärät on ilmoitettu Hangon radan osalta Karaa–Tammisaari-väliltä ja vastaavasti Karaan ja Kirkkonummen väliset matkustajamäärät Karaan ja Inkoon asemaväliltä.



Kuva 14. Aamuruuhkatunnin kaukojunien (Express ja IC yhteensä) kysyntäennuste (Ve1a) vuonna 2050 suunnittain.



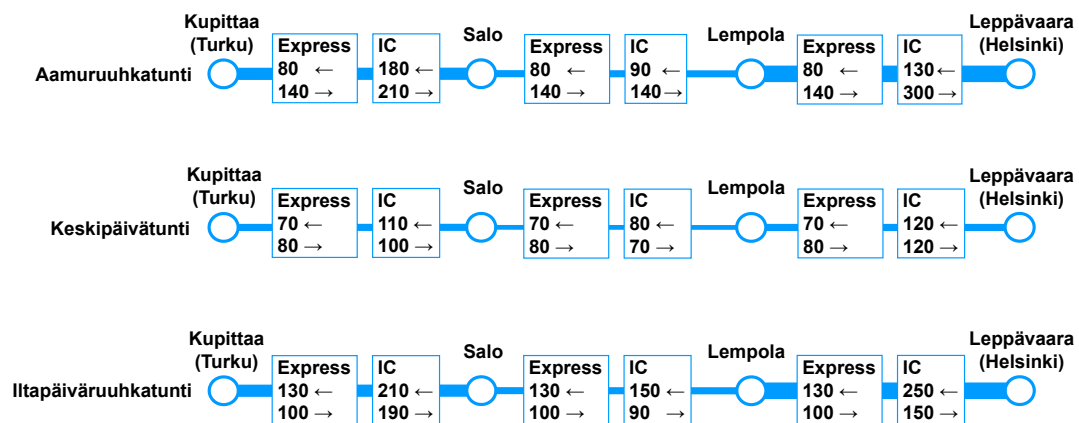
Kuva 15. Keskipäivätunnin kaukojunien (Express ja IC yhteensä) kysyntäennusteet (Ve1a) vuonna 2050 suunnittain.



Kuva 16. Iltapäiväruuhkatunnin kaukojunien (Express ja IC yhteensä) kysyntäennusteet (Ve1a) vuonna 2050 suunnittain.

Ruuhkaisimpina hetkinä, kuten tavallisina perjantai-iltaruuhkatunteina, matkustus on keskivertoa vilkkaampaa, mutta tällöinkin noin 300–400-paikkaiset kaukojunat todennäköisesti riittävät kysynnän kattamiseen, mikäli yhteyksiä on kahdesti tunnissa. Erityisinä ruuhkapiikkeinä voi olla tarvetta suuremmilla kalustokokoonpanoilla liikennöimiseen. Karjaalta Saloon ja Kirkkonummelle matkustavat mahtuvat yhteen lähijunayksikköön sekä Karjaan ja Hangon välillä esimerkiksi yhteen kiskobussiin. Kiskobussin pienen matkustajakapasiteetin takia yksi yksikkö ei kuitenkaan jatkossakaan todennäköisesti riitä vilkkaimpina aikoina Hangon reitillä. Siirtyminen lähijunakalustoon vaatii radan sähköistämisen, josta on olemassa hankepäätös.

Samalla tunnilla kulkevista kaukojunista Intercity-juna kerää ennusteen mukaan jonkin verran enemmän matkustajia kuin nopea Express-juna, koska yhteys palvelee paremmin väliasemia ja läntistä pääkaupunkiseutua (Kuva 17). Tyypillisesti matkustajamäärät ovat suunnilleen samat Express-junalla Pasila–Kupittaa-välillä ja IC-junalla Lempola–Salo-välillä, mutta IC-junan kuormitus on kaikkina kolmena tarkasteltuna vuorokaudenaikana Express-junaa suurempi Salosta Kupittaaalle sekä Helsingistä, Pasilasta ja Leppävaarasta Lempolaan. IC-junan välipysähdykset vaikuttavat tuovan jonkin verran enemmän matkustajia kuin mitä hitaampi matka-aika Helsingistä Turkuun vähentäisi matkustajia. Mikäli hiljaisen kysynnän aikana halutaan liikennöidä vain yksi tunnittainen kaukojuna, matkustajamäärä- ja palvelutasotekijöiden kannalta on perusteltua ajaa useammin pysähtyvä IC-juna.



Kuva 17. Aamuruuhka-, keskipäivä- ja iltapäiväruuhkatuntien ESA-radan matkustajamäärät (Ve1a) Intercity-junissa ja Express-junissa vuonna 2050 suunnittain.

Salon ja Turun välisestä vuorokausiliikenteestä aamuhuipputunnin aikana tehdään 9,1 prosenttia, keskipäivätunnin aikana 5,3 prosenttia ja iltapäiväruuhkatunnin aikana 9,4 prosenttia. Tulevaisuudessa matkustamisen tuntivaihtelut saattavat kuitenkin jonkin verran muuttua.

Lähijunien kysyntäennuste

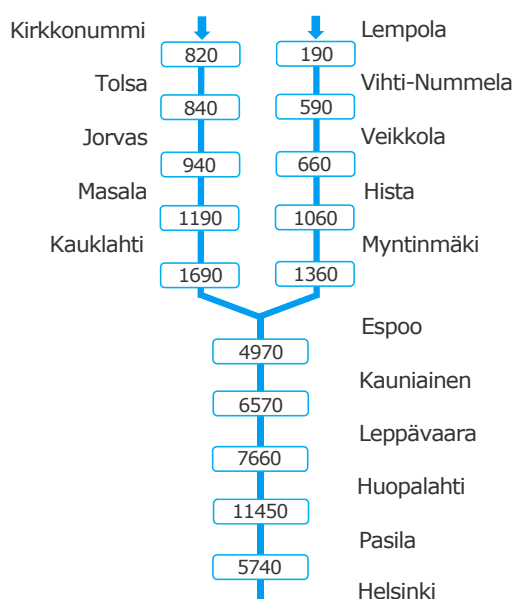
Lähijunien osalta kysyntäennusteissa on tarkasteltu kaluston mitoituksen kannalta mitoittavinta ajankohtaa, joka on aamun huipputunti. Kuormitus-tarkasteluissa painopiste on ollut ruuhkasuunnan eli Helsinkiin päin suuntautuvien matkustajamäärien arvioinnissa. Lohjan suunnan lähijunien kuormitukseen vaikuttaa se, miten Lohjan matkustus jakautuu lähijuniin ja kaukojuniin muun muassa lippujen hintaeron seurauksena. Seuraavassa esitetty ennuste

perustuu oletukseen, että lippujen hinnat ovat samat, jolloin matkustajat tekevät valintansa vuorotarjonnan, matka-aikojen ja matkustuskohteen perusteella. Näillä oletuksilla Lempolasta aamulla Helsingin suuntaan junaan nousevista noin kolmasosa käyttää kaukojunia.

Vuoden 2040 ennusteskenaariossa ESA-radan asemanseuduille on kuvattu melko vähän uutta maankäyttöä. Lohjan suuntaan riittää kahden lähijunan tunnittainen liikennöinti. Liikennöintiin tarvitaan ruuhka-aikana kuitenkin kolmen yksikön kokoonpano (Sm5), jotta lähijunan matkustajakapasiteetti riittää ennustetulle matkustajamäärälle nykyisen suunnitteluohjeen (HSL 2016) perusteella. Linjaliikenteessä voidaan ajaa korkeintaan kolmen Sm5-yksikön pituisilla junilla. Lohjan suunnan lähijunien kuormitus on aamuhuipputunnin aikana suurimmillaan Espoon ja Leppävaaran välillä, 900–1 000 matkustajaa junaa kohti, kun junien määrä on kaksi junaa tunnissa.

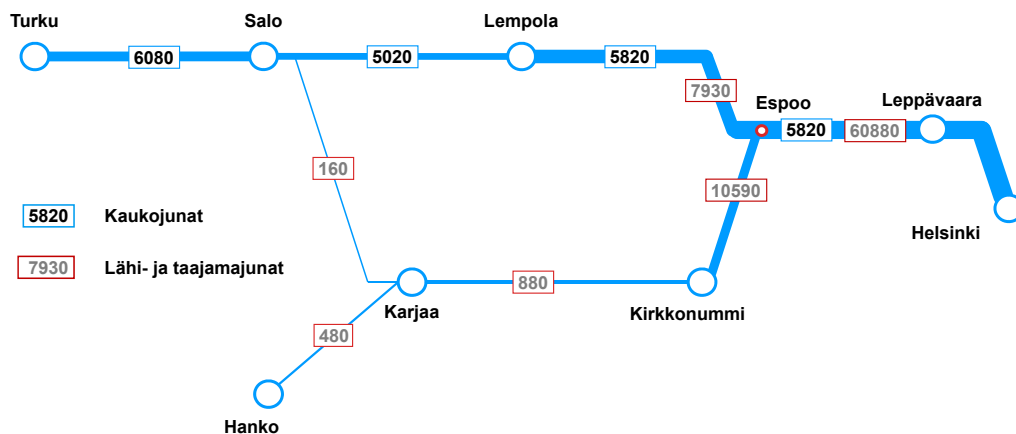
Vuoden 2040 ennusteen voi ajatella kuvaavan tilannetta pian ESA-radan käyttöönoton jälkeen tai tilannetta, jossa asemanseutujen rakentuminen ei ota täysipainoisesti käynnistyäkseen. Skenaariota voi pitää matkustajakysynnän minimiskenaariona. Kirkkonummen suunnalla vuoden 2040 tilanne on samankaltainen. Suunniteltu junatarjonta kolme junaa tunnissa on riittävä, mutta liikennöintiin tarvitaan ruuhka-aikana kolmen Sm5-yksikön kaltainen kokoonpano. Ennen Espoota Kirkkonummelta tulevista junissa on aamuhuipputunnin aikana noin 1 690 matkustajaa ja Lempolasta tulevista lähijunissa 1 360 matkustajaa eli Kirkkonummelta tulee keskimäärin vajaa 600 matkustajaa ja Lempolasta vajaa 700 matkustajaa yhtä junaa kohden (Kuva 18). Liikennemalleissa käytettyjen aluejako-oletusten takia tuntitason lähiliikenteen kysyntäennustelukuja on tarkasteltava ensisijaisesti kokonaisuutena: kahden viereisen, etenkin saman kunnan alueella sijaitsevan aseman luvuissa saattaa olla vähäistä vaihtelua eli esimerkiksi Tolsasta voi nousta juniin matkustajia ennustelukuja hieman enemmän Kirkkonummen kustannuksella.

Aamuhuipputunti ruuhkasuunnassa



Kuva 18. Ennuste (Ve1a) lähi- ja kaupunkijunien matkustajamääristä aamuruuhkatunnin aikana vuonna 2040 Tilastokeskuksen väestöskenaariolla ruuhkasuunnassa kohti Helsinkiä.

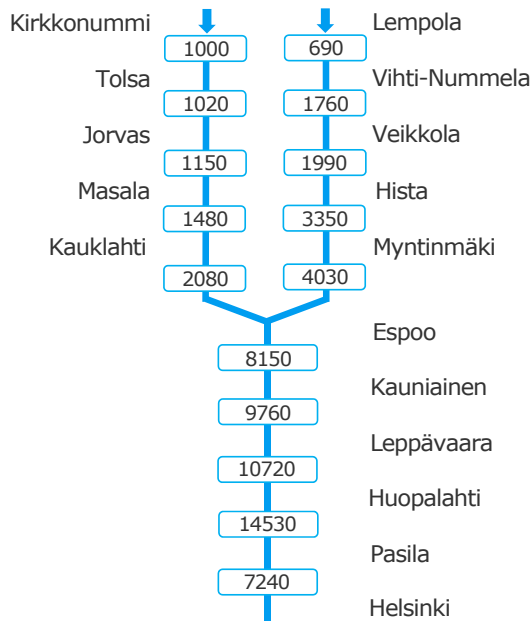
Vuorokausitason luvut ovat kuvassa 19. Lähijunat pysähtyvät kuvassa esitettyjen liikennepaikkojen lisäksi myös muilla asemilla. Lähijunien vuorokausitason luvut on ilmoitettu väleiltä Hista–Myntinmäki, Masala–Kauklahti, Espoon ja Leppävaaran välissä kaukojunaraiteita pitkin kulkevien lähijunien osalta väleiltä Kauniainen–Leppävaara ja kaupunkijunien osalta väliltä Kilo–Leppävaara, Hangon radan osalta väliltä Karjaa–Tammisaari sekä Karjaan ja Kirkkonummen väliltä Karjaa–Inkoo.



Kuva 19. Ennuste (Ve1a) kauko-, lähi- ja kaupunkijunien arkivuorokauden kokonaiskysynnästä vuonna 2040 Tilastokeskuksen väestöskenaariolla, molemmat suunnat yhteensä.

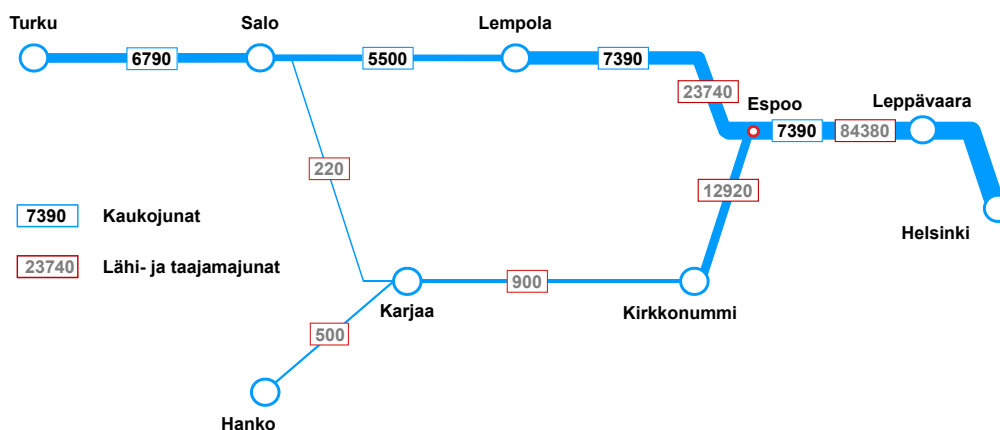
Vuoden 2050 ennusteskenaario perustuu Helsingin seudun MAL-suunnitelman maankäytön kehitysarvioihin vuodelle 2050. Ennusteeseen on lisätty kuntien omat näkemykset ESA-radon asemanseutujen maankäytön kehityksestä. ESA-radon asemanseuduille Myntinmäki–Lempola-välille on kaavailtu yhteensä 47 000 uutta asukasta. Etenkin vuoden 2050 skenaarion tarkemmassa jatko-suunnittelussa on tärkeää vielä tarkentaa ja täsmentää lähiliikenteen asemien ympäristön maankäytön suunnitelmia. Liikenne-ennustemallin teknisten syiden takia kahden viereisen, etenkin saman kunnan alueella sijaitsevan aseman luvuissa saattaa olla vähäistä vaihtelua eli esimerkiksi Tolsasta voi nousta juniin matkustajia ennustelukuja hieman enemmän Kirkkonummen kustannuksella.

Vuoden 2050 ennusteskenaariossa ennen Espoota Kirkkonummelta tulevis-
sa junissa on aamuruuhkatunnin aikana 2 080 matkustajaa ja Lempolasta tulevis-
sa lähijunissa peräti 4 030 matkustajaa eli keskimäärin yhtä junaa koh-
ti Kirkkonummelta noin 700 ja Lempolasta hieman yli 2 000 matkustajaa (Kuva
20). Espoon ja Leppävaaran välillä Lempolan lähijunan keskimääräinen mat-
kustajakuorma nousee noin 2 200 matkustajaan eli kapasiteetti ei ole riittävä.
Kirkkonummen junien kuormitus olisi Espoon ja Leppävaaran välillä hieman alle
1 000 matkustajaa per juna eli nykytyyppisellä kalustolla (3 x Sm5) junien kuor-
mitusaste on vajaa 100 prosenttia. Tässä luvussa esitetyt aamu-ruuhkatunnin
junakohtaiset luvut kuvaavat ruuhkatunnin lähijunien keskimääräistä matkus-
tajamäärää, eikä niissä ole huomioitu ruuhkatunnin aikaista matkustuksen ja-
kautumista. Ruuhka-aikana myös Salosta Karjaan kautta Helsinkiin tuleva lä-
hijuna vaatii Helsingin päässä kolme Sm5-tyyppistä junarunkoa, vaikka ennen
Kirkkonummea matkustajat mahtuisivat yhteen runkoon.

Aamuhuipputunti ruuhkasuunnassa

Kuva 20. Ennuste (Ve1a) lähi- ja kaupunkijunien matkustajamääristä aamuruuhkatunnin aikana vuonna 2050 alueiden väestöskenaariolla ruuhkasuunnassa kohti Helsinkiä.

Vuorokausitason luvut ovat kuvassa 21. Lähijunat pysähtyvät kuvassa esitetyjen liikennepaikkojen lisäksi myös muilla asemilla. Lähijunien vuorokausitason luvut on ilmoitettu väleiltä Hista–Myntinmäki, Masala–Kauklahti, Espoon ja Leppävaaran välissä kaukojunaraiteita pitkin kulkevien lähijunien osalta väliltä Kauniainen–Leppävaara ja kaupunkijunien osalta väliltä Kilo–Leppävaara, Hangon radan osalta väliltä Karjaa–Tammisaari sekä Karjaan ja Kirkkonummen väliltä Karjaa–Inkoo.



Kuva 21. Ennuste (Ve1a) kaikkien junien arki vuorokauden kokonaiskysynnästä vuonna 2050 alueiden väestöskenaariolla, molemmat suunnat yhteensä.

Vuoden 2050 ennustetta voi pitää maankäytön osalta matkustajakysynnän maksimiennusteena vuodelle 2050. Kauempana tulevaisuudessa tai autoilun kallistuessa matkustajakysyntä mahdollisesti voi kuitenkin kasvaa tätäkin suuremmaksi. Ennusteiden mukaan näyttää siltä, että Lohjan suunnalle kaavailtu lähijunatarjonta kaksi junaa tunnissa ei ole tasapainossa ESA-radan asemanseuduille kaavailtujen maankäytön lisäysten kanssa. Toisaalta myös kuntien maankäytön kehitysarvioihin tulevilla asemanseuduilla voi suhtautua kriittisesti, sillä todellinen toteutuma voi jäädä pienemmäksi kuin mihin kaavoissa varaudutaan.

Matkustajakapasiteettia voidaan junien pidentämisen ohella kasvattaa joko lisäämällä junavuoroja tai tekemällä kalustoinvestointeja, kuten hankkimalla kaksikerroksista lähijunakalustoa. Vuoden 2050 ennustekysynnällä yhteen junaan pitäisi mahtua yli 2 000 matkustajaa, jos Lohjan suunnalla liikennöidään vain kaksi lähijunaa tunnissa suuntaansa. Puolen tunnin vuoroväliä voidaan myös pitää riittämättömänä merkittäville uusille kaupunkikeskuksille, jotka ovat yhdyskuntarakenteellisesti Helsingin seudun ydinalueen satelliittikaupungin-osia.

Uusien rautatieasemien saavutettavuuteen on olennaista panostaa heti alusta alkaen. Esimerkiksi Lohjan Lempolan asemalla vuoden 2050 väestöskenaariolla arvion mukaan noin 40 prosenttia matkustajista tulee kauempaa liityntä-yhteydellä, esimerkiksi linja-autolla tai henkilöautolla, ja noin 60 prosenttia aseman ympäristöstä. Liityntäyhteyttä käyttäen Lempolan asemalta tapahtuisi nousuja aamuruuhkatunnin aikana noin 400 ja arkivuorokauden aikana noin 1 600 matkustajan verran. Vuoden 2050 väestöskenaario sisältää runsaan Lempolan lähiympäristön maankäytön ja lukuihin sisältyy myös oletus IC-junan pysähtymisestä Lempolassa. Vuoden 2040 väestöskenaariolla, joka sisältää vähäisemmän maankäytön Lempolan ympäristössä, suurin osa matkustajista tulee kaikissa tilanteissa todennäköisesti liityntäyhteydellä. Vastaavaa tarkastelua ei ole tehty muiden ESA-radan asemien osalta, mutta etenkin Vihti-Nummelassa liityntäyhteyttä käyttävien matkustajien osuus kaikista matkustajista on todennäköisesti Lempolan tavoin merkittävä. Vihti-Nummelan liityntäpysäköinti palvelee muun muassa valtatie 2 suunnalta tulevaa liityntä-liikennettä. Kaukojunan pysähdys Lempolassa tai Vihti-Nummelassa todennäköisesti lisää liityntäliikennettä käyttävien matkustajien osuutta kaikista matkustajista.

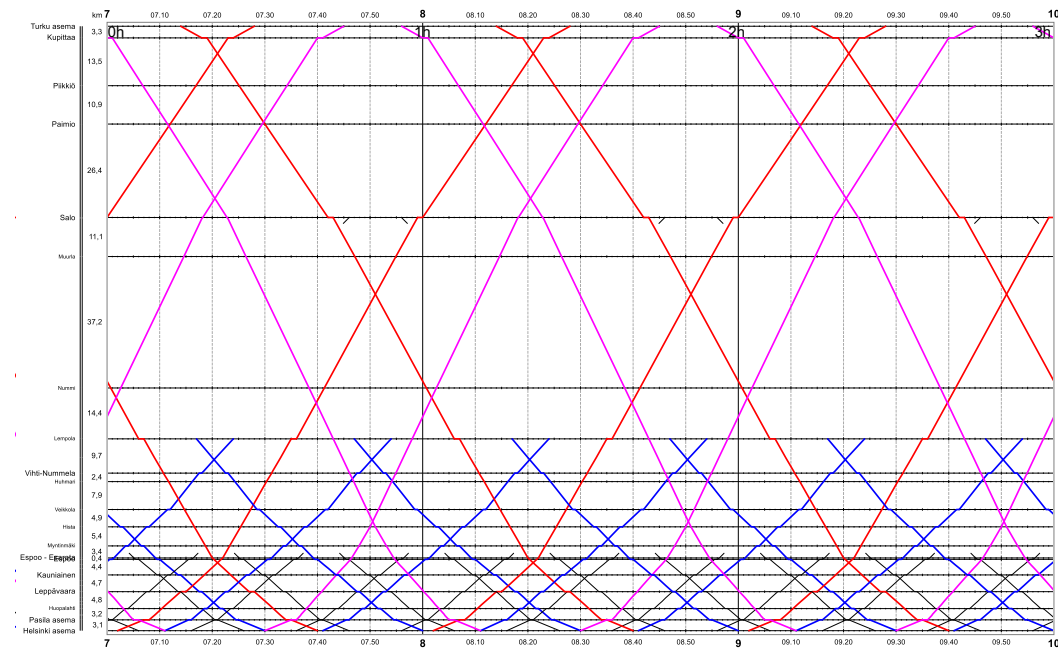
Aikataulurakenteen analyysi

Seitsemän tunnittaisen junan määrä mahdollistaa tasaiset vuorovälit seuraavien suuntien junille:

- Lempolan lähijunat kulkevat molempiin suuntiin 30 minuutin välein,
- Kirkkonummen lähijunat 20 minuutin välein,
- Turun kaukojunat saapuvat Helsinkiin ja lähtevät Helsingistä 28–32 minuutin välein.

Kaukojunan ja lähijunan välinen ajallinen etäisyys on pidetty noin kuudessa minuutissa Helsinki–Espoo-välillä. Kirkkonummen ja Lempolan junien tasainen vuoroväli tarkoittaa, että lähijunien yhteisellä reittiosuudella Helsingistä Espooseen lähijunat eivät kulje tasaisin vuorovälein, vaan vuoroväli vaihtelee neljästä minuutista 20 minuuttiin. Käytetyillä junamäärillä Helsinki–Espoo-välin vuorovälin tasoittaminen vaatisi Kirkkonummen, Lohjan tai molempien suuntien lähijunien tasaisen vuorovälin hajottamista, koska toisen linjan kulkiessa 30 minuutin vuorovälillä ja toisen linjan 20 minuutin vuorovälillä ei tasaista

vuoroväliä kaikkien junien välillä ole mahdollista muodostaa. Matkustajia siirtyykin Helsinki-Espoo-välillä todennäköisesti kaupunkiradan lähijuniin etenkin harvemman vuorovälin aikaan. Seitsemän junan vaihtoehto lienee potentiaalinen tilanteessa, jossa kaikki radanvarren tavoiteltu maankäytön- ja väestönkasvu ei ole vielä toteutunut. Vaihtoehdon 1a aikataulujen graafinen esitys ESA-radan näkymästä on esitetty kuvassa 22.



Kuva 22. Vaihtoehdon 1a aikataulujen graafinen esitys ESA-radan näkymästä.

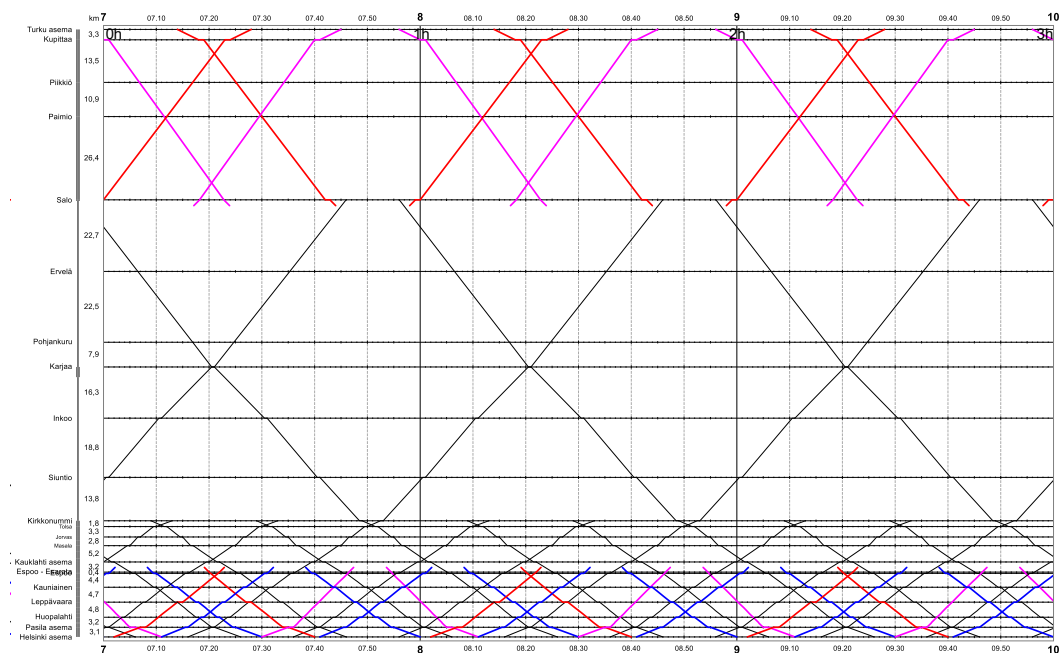
Tunnittaisen Helsingin ja Turun välisen nopean Express-junan liikennöintiin riittää 180 minuutin kierrosajalla kolme kalustokokoonpanoa, mikäli Turun 11 minuutin ja Helsingin 19 minuutin kääntöajat katsotaan riittäviksi. Lyhyet kääntöajat sietävät kuitenkin vähän häiriöitä, ja neljän kalustokokoonpanon käyttö on perusteltua etenkin, mikäli Express-junia on tarkoitus ajaa myös ruuhka-aikojen ulkopuolella tunnin vuorovälillä. Helsingin pään kääntöajat on perusteltua pitää lyhyinä, joten neljän kalustokokoonpanon ottaminen mukaan kiertoon tarkoittaisi suunnitellulla aikataulurakenteella Turun kääntöajan pidentymistä 11 minuutista 71 minuuttiin. Express-junan ajoajaksi tässä yhteydessä on oletettu 75 minuuttia. IC-junan kierrosaika on 240 minuuttia, joten se vaatii neljä kalustokokoonpanoa. Turun pitkä kääntöaika mahdollistaa myös käynnin Turun satamassa.

Helsingissä esimerkinomainen liikenne varaa ilman myöhästymis- ja häiriötilanteita kolme laituriraidetta, mikäli kaikki junat, Lohjan lähijunat, Kirkkonummen lähijunat, Turun IC-junat ja Turun Express-junat, ajavat omissa kalustokierroissaan. Kirkkonummen suunnan lähijunat vaativat toisen laituriraidteen Helsingissä, jos Kirkkonummelta Saloon jatkavat lähijunat ajetaan eri kalustokierrossa kuin pelkkää Helsinki-Kirkkonummi-väliä ajavat lähijunat. Tämä nostaa kalustotarvetta yhdellä kalustokokoonpanolla (Taulukko 8). Nykyään Rantaradan kaukoraiteiden junien käytössä on pääsääntöisesti viisi laituriraidetta. Tässä selvityksessä Helsingin kääntöajat ovat nykyisiä lyhyemmät ja kaukojunien on aina oletettu kääntyvän suoraan takaisin Turkuun. Mahdollisia siirtoajoja ja kalustokokoonpanomuutoksia ole huomioitu.

Taulukko 8. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö (Ve1a).

Kuvaus	Kalustokokoonpanojen määrä	Laituritarve, Helsinki
Express, Helsinki–Turku	4	1
IC, Helsinki–Turku	3	
Lähijuna, Helsinki–Lempola	4	1
Lähijuna, Helsinki–Kirkkonummi/Salo*	7	1
Lähijuna, Hanko–Karjaa	1	0
*Erillisillä kalustokierroilla 2 laituria ja 8 kalustokokoonpanoa.		

Lempolassa lähijunille riittää yksi raide. Kirkkonummella tarvitaan kolme raidetta, sillä Salo–Helsinki-lähijunat kohtaisivat suunnilleen samaan aikaan Kirkkonummella ja samanaikaisesti myös Helsingistä saapunut lähijuna odottaa lähtöä takaisin Helsinkiin. Lähijunien ajaminen suorina Helsingistä Saloon asti johtaa myös siihen, että joka toisella Helsinki–Kirkkonummi–Helsinki-lähijunalla kääntöaika Kirkkonummella on 36 minuuttia (Kuva 23). Mikäli Helsingistä lähtevät lähijunat päättyisivät Kirkkonummelle eli Kirkkonummella tapahtuisi vaihto erilliseen Kirkkonummi–Karjaa–Salo-lähijunaan, kalustotarve pysyisi kahdeksassa kalustokokoonpanossa. Kirkkonummi–Salo-välin kierrosaika kymmenen minuutin kääntöajoilla molemmissa päissä olisi hieman päälle kaksi tuntia. Kalustotarvetta voidaan vähentää Kirkkonummi–Salo-liikenne rakenteen muuttamisella.



Kuva 23. Vaihtoehdon 1a aikataulujen graafinen esitys Rantaradan näkymästä.

Laskennallisten matka-aikojen tarkastelu

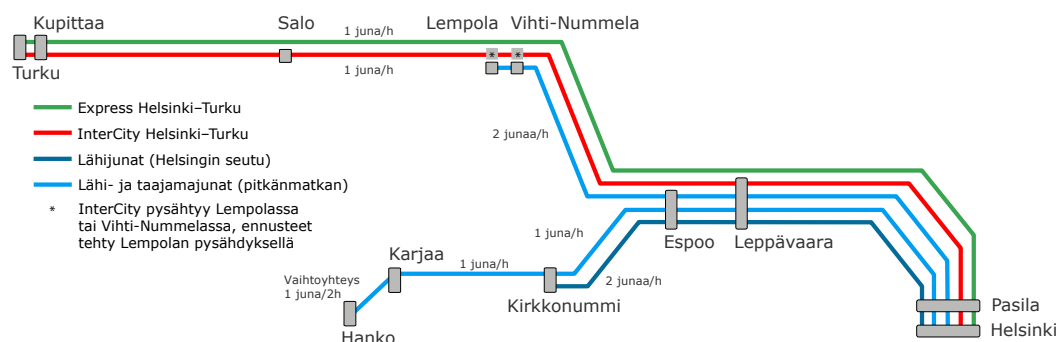
Taulukko 9 kuvaa vaihtoehtoon 1a laskennallisia matka-aikoja eri paikkojen välillä. Matka-ajat sisältävät joukkoliikennevälineessä kulutetun ajan sekä vuorotarjonnasta riippuvan laskennallisen matka-aikalisän. Helsingin seudun sisäisillä matkoilla laskennallinen matka-aikalisä on Helsingin seudun liikennemallin mukainen 0,3xvuoroväli, muussa liikenteessä valtakunnallisen liikennemallin mukainen 0,16xvuoroväli. Vaihdoista syntyy myös edellä mainittu laskennallinen matka-aikalisä. Liikennemalli ei tunnista, onko vaihto mahdollisesti aikataulullisesti sovitettu vai ei. Toisaalta todellisuudessa vaihto tyypillisesti kasvattaa psykologisessa mielessä koettua matkavastusta siihen kuluvaan aikaan enemmän. Matka-ajat on laskettu nopeinta joukkoliikennemuotoa käyttäen. Joillakin matkoilla matka-aika kuvaa linja-autoyhteyttä, esimerkiksi välillä Kaarina–Turku. Mikäli tarjolla on eri nopeuksisia junayhteyksiä, liikennemallin ottaa huomioon molemmat, mutta painottaa nopeampia.

Taulukko 9. Laskennalliset matka-ajat vaihtoehdossa 1a minuutteina esimerkkikohteiden välillä. Laskennallinen matka-aika sisältää myös vuorotiheydestä riippuvan laskennallisen odotusajan (16 % vuorovälistä).

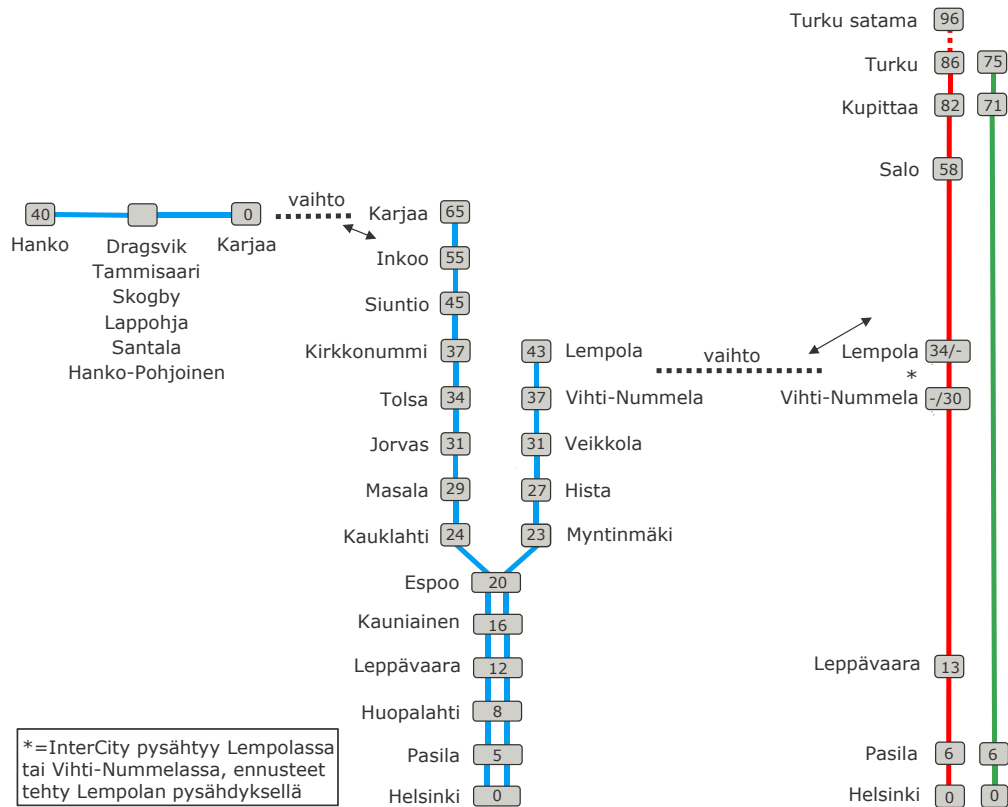
	Helsinki	Vantaa	Leppä- vaara	Espoo	Hista	Vihti- Nummela	Lempola	Kirkko- nummi	Siuntio	Karjaa	Hanko	Salo	Kaarina	Turku
Ve1a														
Helsinki		30	22	28	46	58	60	50	56	76	133	71	96	81
Lentoasema	28		37	42	60	72	74	64	63	83	140	78	103	88
Leppävaara	22	39		18	36	48	50	40	40	60	117	66	97	83
Espoo	28	45	18		27	38	47	30	37	57	114	77	110	95
Hista	46	63	36	27		36	44	51	49	69	126	89	120	106
Vihti-Nummela	58	74	48	38	36		36	63	55	75	132	95	126	112
Lempola	60	76	50	47	44	36		70	64	71	139	41	80	65
Kirkkonummi	50	66	40	30	51	63	71		18	38	95	63	120	105
Siuntio	55	63	40	37	49	55	65	18		30	87	55	116	102
Karjaa	75	83	60	57	69	75	82	38	30		57	35	83	68
Hanko	132	140	117	114	126	132	143	95	87	57		92	140	125
Salo	69	76	55	70	81	87	44	67	55	35	92		48	34
Kaarina	93	100	89	100	110	116	81	114	102	82	139	47		14
Turku	80	87	75	86	96	102	68	100	88	68	125	34	15	

6.2.2 1b Karjaalta Saloon ei junaliikennettä

Tässä tarkasteluvaihtoehdossa Salo–Karjaa-välillä ei ole henkilöjunaliikennettä. Muuten vaihtoehto vastaa vaihtoehtoa 1a. Salossa ei siten ole junien kesken vaihtoyhteyksiä ja Karjaalla on vaihtoyhteys vain Hangon ja Helsingin välillä. Reitit ja junamäärät on esitetty kuvassa 24. Matka-ajat on esitetty kuvassa 25.



Kuva 24. Junamäärät vaihtoehdossa 1b.

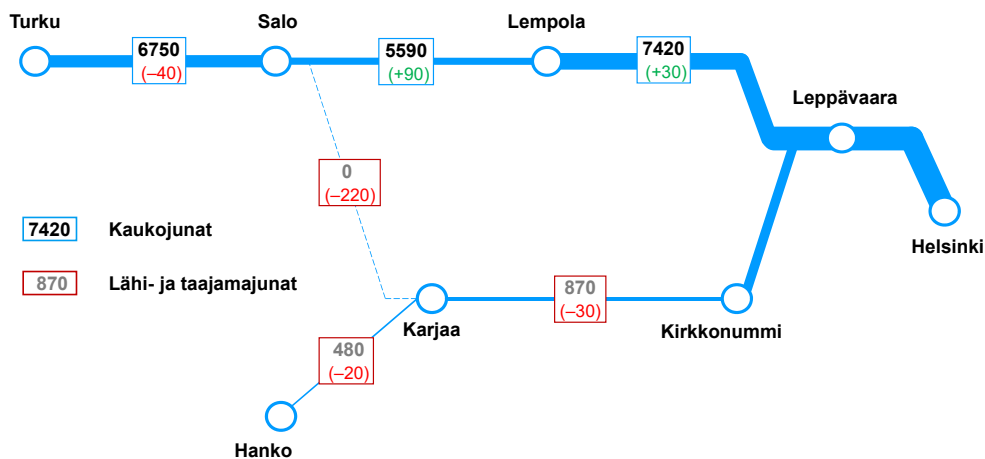


Kuva 25. Matka-ajat vaihtoehdossa 1b.

Kaukojunien kysyntäennuste

Vuoden 2050 ennusteskenaariossa Karjaa–Salon reittiä junalla kulkevien matkustajien on vaihdettava kulkumuotoa tai matkareittiä. Osa Karjaalta Salon suuntaan kulkevista matkustajista siirtyy kulkemaan linja-autolla Lohjalle, jossa matkustajat vaihtavat Salon suunnan juniin. Siuntiosta ja Kirkkonummelta Salon suuntaan kulkevia junamatkoja siirtyy kulkemaan Espoon kautta, mutta näiden matkojen määrä on hyvin pieni. Kaiken kaikkiaan matkustajamäärät rataverkolla muuttuvat tyypillisesti muutamilla kymmenillä, joten vaikutukset muun rataverkon matkustajamääriin ovat hyvin vähäiset. Karjaalta Inkoon suuntaan matkustajamäärä laskisi 900 matkustajasta 870 matkustajaan ja Karjaalta Tammisaareen 500 matkustajasta 480 matkustajaan, joten hiljaisimpien välien kokonaismatkustajamäärät eivät muuttuisi olennaisesti. Raaseporin suunnan linja-autoyhteyksien tulevan määrän, reittien ja aikataulujen arvioiminen on kuitenkin hankalaa, joten matkustajamääräennuste on vain suuntaa antava.

Matkustajamääräarviot on esitetty kuvassa 26. Matkustajamäärät on ilmoitettu Hangon radan osalta Karjaa–Tammisaari-väliltä. Karjaan ja Kirkkonummen väliset matkustajamäärät on ilmoitettu Karjaan ja Inkoon asemaväliltä.



Kuva 26. Kaukojunareittien molempien suuntien yhteenlasketut matkustajamäärät vuonna 2050 vaihtoehdossa 1b sekä muutos vaihtoehtoon 1a verrattuna.

Lähijunien kysyntäennuste

Kirkkonummen ja Lempolan lähijunien matkustajamäärät pysyvät kokonaisuudessaan samoina kuin vaihtoehdossa 1a. Siuntiosta ja Kirkkonummelta Salon suuntaan kulkevia junamatkoja siirtyy kulkemaan Espoon kautta, mutta näiden matkojen määrä on hyvin pieni. Lempolan näkökulmasta vaikutukset kohdistuvat lähinnä kaukojunareitille Lohja–Turku.

Vaikutukset matkustajahyötyihin ja liikennöintikustannuksiin

Ilman kompensoivaa linja-autoliikennettä joukkoliikenteen matka-ajat kasvavat erityisesti Karjaalta ja Hangosta Salo–Turku-käytävään. Matka-ajat Saloon ja Turkuun kasvavat myös Siuntiosta ja hieman myös Kirkkonummelta (Taulukko 10).

Taulukko 10. Vaihtoehdon 1b laskennalliset matka-ajan muutokset minuutteina vaihtoehtoon 1a verrattuna. Laskennallinen matka-aika sisältää myös vuorotiheydestä riippuvan laskennallisen odotusajan (16 % vuorovälistä).

Ve1b, muutos

vrt. Ve1a	Lempola	Kirkkonummi	Siuntio	Karjaa	Hanko	Salo	Kaarina	Turku
Lempola	0	0	0	0	6	0	0	0
Kirkkonummi	0	0	0	0	0	19	5	5
Siuntio	0	0	0	0	0	42	23	23
Karjaa	0	0	0	0	0	67	76	76
Hanko	0	0	0	0	0	62	69	76
Salo	13	14	40	72	64	0	0	0
Kaarina	0	0	26	66	66	0	0	0
Turku	0	0	26	66	66	0	0	0

Taajamajunaliikenteen lakkauttaminen Karjaan ja Salon välillä vähentää lähijunien kilometrisuoritetta vuositasona noin 600 000 junakilometrillä ja aikasuoritetta noin 4 300 junatunnilla, mikäli junat ajetaan tunnin vuorovälillä. Hankearviointiohjeistuksen yksikkökustannuksilla tämä merkitsisi liikennöintikustannusten noin 2,8 miljoonan euron vuosittaista säästöä ja 30 vuodelta

diskontattuna liikennöintikustannusten säästön arvo on noin 53 miljoonaa euroa. Muutos kasvattaa junamatkustajien aikasuoritetta noin 60 000 tunnilla vuodessa. Aikasuoritemuutoksen rahallinen arvo on noin 0,6 miljoonaa euroa vuodessa ja 30 vuodelta diskontattuna aikakustannusten kasvu olisi noin 14 miljoonaa euroa.

Taajamajunien liikennöinnin lakkauttaminen Karjaan ja Salon välillä kasvattaa matkustajien aikakustannuksia noin neljänneksen vastaaviin liikennöintikustannussäästöihin nähden. Näin ollen tiheähkö taajamajunaliikenne Karjaan ja Salon välillä on yhteiskuntataloudellisesti selkeästi kannattamatonta, mikäli Salo-Espoo-ratayhteys toteutuu. Karjaan ja Salon välillä on matkustajaennusteen mukaan vain 200–300 matkustajaa vuorokaudessa, joten junatarjonta tunnin välien on selkeästi kustannustehotonta. Mikäli junayhteys säilytetään, saadaan junamäärän puolittamisella noin 1,4 miljoonan euron vuotuiset liikennöintisäästöt. Matkustajien aikakustannusten laskennallinen kasvu olisi alle 0,2 miljoonaa euroa vuodessa. Matkustajien aikakustannusten kasvua voidaan kompensoida Turusta tai Salosta Raaseporin suuntaan kulkevalla linja-autoliikenteellä, joka on todennäköisesti junaliikennettä edullisempaa. Linja-auto on runkomatkaltaan junaa hitaampi, mutta voi tarjota monipuolisempia jakeluyhteyksiä. Esimerkiksi Perniön taajama sijoittuu enemmän 52-tien kuin junaradan varteen.

Aikataulurakenteen analyysi

Salo-Karjaa-välin lakkauttamisen myötä junamäärät ja vuorovälit säilyvät ennallaan kaikilla muilla yhteysväleillä. Uuden Helsinki-Lohja-Turku-ratalinjan graafiset aikataulut esitetään liitteissä. Karjaa-Salo-yhteyden puuttuessa kaikkien junien ei ole välttämätöntä kohdata Karjaalla suunnilleen samaan aikaan, sillä Hangosta ei tarvitse enää muodostaa nopeaa jatkoyhteyttä junalla Salon ja Turun suuntaan, vain Helsinkiin.

Kirkkonummen ja Karjaan lähijunat voidaan ajaa minimissään kuudella kalustokokoonpanolla, mikäli yksiraiteisen osuuden junakohtaamiset järjestetään Siuntiossa ja Karjaan lähijunat ajetaan samassa kalustokierrossa Kirkkonummen lähijunien kanssa (liitekuva 18). Mikäli Karjaan ja Kirkkonummen kalustokierrot pidetään erillään, tarvitaan seitsemäs kalustokokoonpano ja junakohtaaminen siirtyy Inkooseen (liitekuva 4 ja taulukko 11). Aikatauluteknisesti Inkoon junakohtaaminen jättäisi Karjaa-Hanko-junalla Hangon päähän vain noin 10 minuutin kääntöajan, eli Hangon yhteysjuna ei voisi odottaa juuri lainkaan Helsingistä myöhässä tulevaa junaa, jotta myöhästymisen paluusuunnassa ei kertaantuisi. Hangon liikenne vaatii yhden junayksikön.

Taulukko 11. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö vaihtoehdossa 1b.

Kuvaus	Kalustokokoonpanojen määrä	Laituritarve, Helsinki
Express, Helsinki-Turku	4	1
IC, Helsinki-Turku	3	
Lähijuna, Helsinki-Lempola	4	1
Lähijuna, Helsinki-Kirkkonummi/Karjaa*	6	1
Lähijuna, Hanko-Karjaa	1	0
*Erillisillä kalustokierroilla 2 laituria ja 7 kalustokokoonpanoa.		

6.2.3 Yhteenveto

Taulukko 12. Yhteenveto vaihtoehtoista 1a ja 1b.

	Kaukoliikenne Hki–Lohja–Turku	Lähiliikenne Hki–Lohja	Lähiliikenne Hki– Kirkkonummi	Liikenne Hki–Kirkkonummi– Salo/Karjaa
Junamäärä (junaa/h/suunta)	2	2	3	1 *
Kysyntäennuste (2050, arkipäivä, suunnat yhteensä)	Lohja– Salo 5500 (1a), 5590 (1b) ** Leppävaara– Lohja 7390 (1a), 7420 (1b)	Myntinmäki– Hista 7930	Kauklahti– Masala 10590	Inkoo– Karjaa 900 (1a), 870 (1b)
Matkustajapotentiaali	Ruuhkan ulkopuolella riittää 1 juna tunnissa	Tarvitaan lisää juna- tarjontaa, jos maan- käyttö kehittyy ennustetusti	Tarjonta riittävä, ruuhkassa tarvitaan pitkät junat	Ohut kysyntä Karjaan suunnalla etenkin ruuhkan ulkopuolella
Kalustokierron tehokkuus	Tehokas, jos Express- vuoroja myös ruuhkan ulkopuolella	Pitkät kääntöajat Lohjalla	Tehokas ja lyhyemmät kääntöajat, jos yhdistetyt kalustokierrot, eriytetyillä kalustokierroilla osin tehottomampi	
Häiriöherkkyys	Express-junan kääntöajat voivat jäädä liian lyhyiksi	Pääosin matala		Yksiraiteisuus ja Salon lyhyt kääntöaika lisäävät konfliktiherkkyttä ***
Helsingin raiteistonkäyttö	Erittäin tai melko tehokas (3–4 laituria Rantaradan junien kalustokierroista riippuen), ei junien ristiin- ajotilanteita vaihtoehtojen välillä			
Erot alavaihtoehtojen välillä (1a ja 1b)	*=Ve1b:ssä Karjaa–Salo-välillä ei ole liikennettä. **=Karjaa–Salo-liikenteen loppuminen siirtää hieman matkustajia ESA-radan kaukojuniin. ***=Ve1b hieman häiriöherkempi Inkoon/Siuntion junakohtaamisen takia. Huomio Salon kääntöajasta koskee vain vaihtoehtoa 1a.			

Seitsemän tunnittaisen junan, mukaan lukien kahden Lempolan lähijunan, liikennöinti tyydyttää kysyntätarpeet maltillisen maankäytön- ja väestönkasvun tilanteessa eli vuoden 2040 Tilastokeskuksen väestöskenaariossa. Suurin kasvupotentiaali vaikuttaa kohdistuvan uuden ratayhteyden Espoo–Lohja-välille. Alueiden tavoitteleman kasvun tilanteessa eli vuoden 2050 väestöskenaariossa Lohjan kahden junan lähijunatarjonta on alimitoitettu kysyntään nähden. Kaksi kaukojunaa vaikuttavat tyydyttävän Helsinki–Turku-välin kysyntätarpeet tavanomaisina ruuhka-aikoina pitkälle tulevaisuuteen. Liikenteellisesti kaikki Helsingin ja Espoon välillä kulkevat seitsemän junaa mahtuvat rataverkolle ongelmitta. Lähiliikennejunat ovat selvästi enemmän kuormitettuja aamulla Helsinkiin ja iltapäivällä pois Helsingistä.

Vaihtoehtokokonaisuudessa 2 päädytään tarkastelemaan mallia, jossa on lisätty kaksi tunnittaista lähijunaa Helsingistä Histaan asti. Helsingistä Histaan ajettaisiin neljä junaa, joista Histasta Lempolaan jatkaa kaksi lähijunaa tunnissa. Histan ja Lohjan välillä junien kuormitus on merkittävästi pienempi kuin Histan ja Helsingin välillä. Lempolaan asti ajettava kolmas lähijuna joka tunnilla aiheuttaisi haasteita aikataulusuunnittelulle samaa rataa kulkevien, huomattavasti nopeampien Express- ja IC-junien kanssa (Väylävirasto 2019a).

Matkustajavirrat ovat ohuita Karjaan suunnalla, etenkin Karjaalta Saloon, ja Karjaan suunnan liikenne kokonaisuudessaan muuttunee tuetuksi tai osto-liikennetyyppiseksi liikenteeksi. Matkustajakysynnän kannalta tunnin vuoroväli on ylimitoitettu etenkin Karjaalta Saloon. Karjaa–Salo-välin junaliikenteen lopettamisella olisi todennäköisesti vain vähäisiä vaikutuksia muiden rata-osuuksien matkustajamääriin. Ilman korvaavaa linja-autoliikennettä joukko-liikenteen matka-ajat kasvavat erityisesti Karjaalta, Tammisaaresta ja Hangosta Salo–Turku-käytävään. Matka-ajat Saloon ja Turkuun kasvavat myös Siuntiosta ja hieman myös Kirkkonummelta. Salo–Karjaa-välin liikennöintiratkaisu ei vaikuta matka-aikoihin Hangon ja Karjaan suunnista pääkaupunkiseudulle ja takaisin suuntautuville matkoille junakohtaajärjestelyjen mahdollisia viiveitä lukuun ottamatta.

Kaukojunien kysyntäennuste

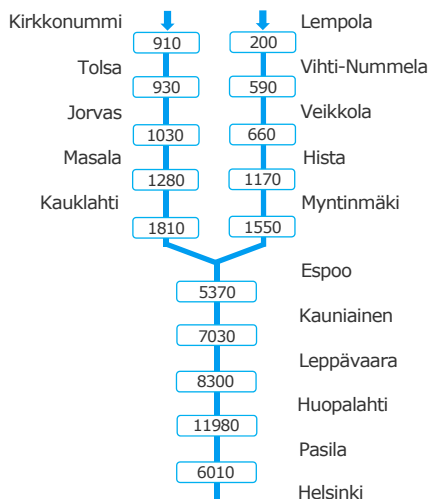
Kaukojunien matkustajakysynnän oletetaan säilyvän ennallaan vaihtoehtoon 1a verrattuna junamäärän säilyessä ennallaan. Express-junan matka-ajan pidentyminen todennäköisesti hieman vähentää matkustajia, toisaalta Leppävaaran pysähdys lisää matkustajia. Express-junan ajoajan pidentämisen tai hidastamisen vaikutuksia käsitellään luvussa 7.2.

Lähijunien kysyntäennuste

Vaihtoehdossa 2 lähijunaliikennettä on täydennetty perusvaihtoehtoon 1a nähdessä kahdella tunnitteisella Helsinki–Hista–Helsinki-yhteydellä sekä yhdellä tunnitteisella Helsinki–Kirkkonummi–Helsinki-yhteydellä.

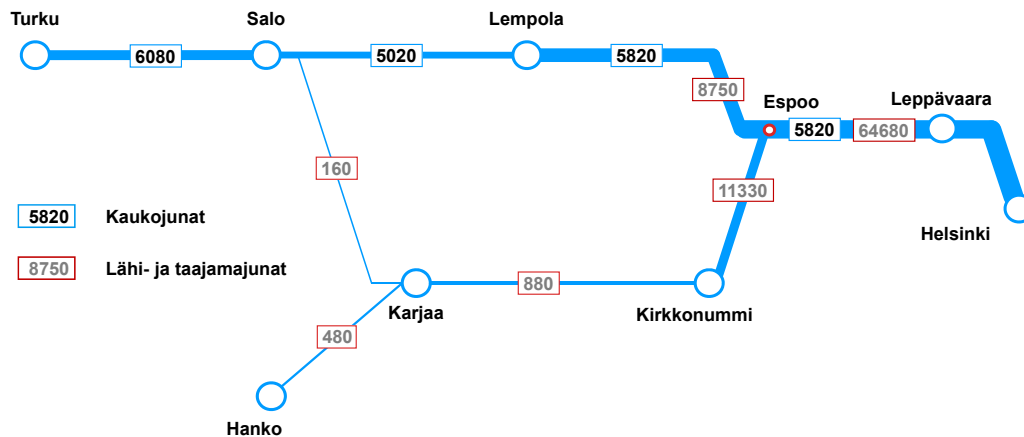
Vuoden 2040 ennusteskenaariossa vuorovälien tihentämisen myötä aamuruuhkatunnin (Kuva 29) matkustajamäärät Helsingin suuntaan kasvavat Lohjan radalla ennen Espoota noin 180 matkustajalla ja Kirkkonummen radalla ennen Espoota noin 120 matkustajalla. Lempola–Hista-välin vuoroväli ja matkustajamäärät säilyvät ennallaan. Lohjan lähijunien kuormitus suurimmillaan Espoon keskuksen ja Leppävaaran välillä, 700 matkustajaa junaa kohti, joten liikennöinti edellyttää 2–3 Sm5-yksikön kokoonpanoja Espoon ja Leppävaaran välillä. Kirkkonummen suunnalla tarvitaan selvemmin kolmen Sm5-yksikön kokoonpanot, sillä Kirkkonummen suunnasta tulee hieman enemmän matkustajia kuin Lohjan suunnalta.

Aamuhuipputunti ruuhkasuunnassa



Kuva 29. Ennuste (Ve2a) lähi- ja kaupunkijunien matkustajamääristä aamuruuhkatunnin aikana vuonna 2040 Tilastokeskuksen maankäyttöarviollla ruuhkasuunnassa kohti Helsinkiä.

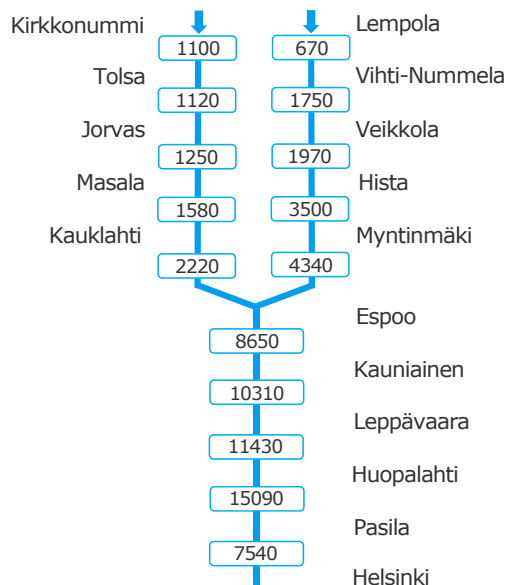
Vuorokausitason luvut ovat kuvassa 30. Lähijunat pysähtyvät kuvassa esitettyjen liikennepaikkojen lisäksi myös muilla asemilla. Lähijunien vuorokausitason luvut on ilmoitettu väleiltä Hista–Myntinmäki, Masala–Kauklahti, Espoon ja Leppävaaran välissä kaukojunaraiteita pitkin kulkevien lähijunien osalta väleiltä Kauniainen–Leppävaara ja kaupunkijunien osalta väliltä Kilo–Leppävaara, Hangon radan osalta väliltä Karjaa–Tammisaari sekä Karjaan ja Kirkkonummen väliltä Karjaa–Inkoo.



Kuva 30. Ennuste (Ve2a) kaikkien junien arkivuorokauden kokonaiskysynnästä vuonna 2040 Tilastokeskuksen väestöskenaariolla, molemmat suunnat yhteensä.

Vuoden 2050 ennusteskenaariossa ennen Espoota Kirkkonummelta tulevilla junilla on aamuruuhkatunnin aikana noin 2 220 matkustajaa ja Histan suunnasta tulevilla lähijunilla 4 340 matkustajaa (Kuva 31).

Aamuhuipputunti ruuhkasuunnassa

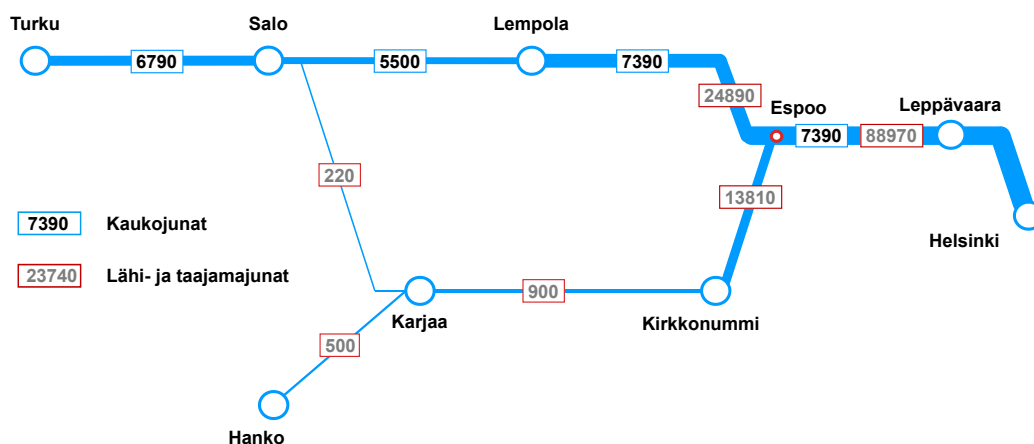


Kuva 31. Ennuste (Ve2a) lähi- ja kaupunkijunien matkustajamäärästä aamuruuhkatunnin aikana vuonna 2050 alueiden maankäyttöarviolla ruuhkasuunnassa kohti Helsinkiä.

Kirkkonummen matkustajamäärä lisääntyy vuorovälin tihentymisen myötä 150 matkustajalla ja Histan suunnan 310 matkustajalla vaihtoehtoon 1a verrattuna. Kirkkonummen junavuorokohtainen kasvu on noin 40 matkustajaa edellisen ennusteen tavoin ja Histan 80 matkustajaa. Lohjan suunnan lähijunien kuormitus on suurimmillaan Espoon ja Leppävaaran välillä, noin 1 300 matkustajaa junaa kohti eli esimerkiksi kolmen Sm5-yksikön matkustajakapasiteetti ylittyy. Kahden lisäjunan ajaminen Histaan saakka lisää välityskykyä ja palvelutasoa, mutta ennusteen perusteella välityskyky ei riitä ainakaan nykyisen kaltaisella kalustolla, mikäli kaikki kaavailtu maankäyttö Espoo–Lohja-käytävässä toteutuu.

Kirkkonummen suunnan lähijunien kuormitus on suurimmillaan Espoon ja Leppävaaran välillä. Nykytyyppisellä kalustolla kolmesta Sm5-yksiköstä koostuvien junien kuormitusaste olisi aamuhuipputunnin aikana vajaa 80 prosenttia neljällä tunnittaisella junalla. Kuvien 29 ja 31 tilanteessa liikennemallin tuottamiin ennustetietoihin Kirkkonummen, Tolsan ja Jorvaksen lukujen osalta on tehty manuaalisesti korjauksia, sillä vaihtoehtoon 1a verrattuna junamäärän muuttumisen myötä malli olettaa pienen osan näiden asemien matkustajista tulevan kyytiin liityntäyhteyttä käyttäen vasta Masalasta. Kirkkonummen ja Lohjan radan lähijunien keskinäisellä sijoittelulla tai pysähdyskäyttämysten muuttamisella keskinäisiä kuormituseroja voi olla mahdollista tasoittaa hieman. Lähijunia ajetaan noin 5–10 minuutin vuorovälillä, joten kuormia voi teoriassa tasoittaa yhteisellä Helsinki–Espoo-reittiosuudella ajamalla Lohjan juna viisi minuuttia Kirkkonummen junan perään ja Kirkkonummen junan 10 minuuttia Lohjan junan perään, jotta Kirkkonummen juna keräisi enemmän matkustajia Espoo–Helsinki-välillä. Kymmenen tunnittaisen edestakaisen junan määrä kuitenkin asettaa käytännössä rajoitteita junien järjestyksen muuttamiselle.

Vuorokausitason luvut ovat kuvassa 32. Lähijunat pysähtyvät kuvassa esitettyjen liikennepaikkojen lisäksi myös muilla asemilla. Lähijunien vuorokausitason luvut on ilmoitettu väleiltä Hista–Myntinmäki, Masala–Kauklahti, Espoon ja Leppävaaran välissä kaukojunaraitteita pitkin kulkevien lähijunien osalta väleiltä Kauniainen–Leppävaara ja kaupunkijunien osalta väliltä Kilo–Leppävaara, Hangon radan osalta väliltä Karjaa–Tammisaari sekä Karjaan ja Kirkkonummen väliltä Karjaa–Inkoo.



Kuva 32. Ennuste (Ve2a) kaikkien junien arkivuorokauden kokonaiskysynnästä vuonna 2050 alueiden väestöskenaariolla, molemmat suunnat yhteensä.

Lohjan liityntäliikenteen suosion oletetaan säilyvän vaihtoehdon 1a mukaisena, eli vuoden 2050 väestöskenaariolla noin 40 prosenttia matkustajista tulee kauempaa liityntäyhteydellä ja noin 60 prosenttia aseman lähiympäristöstä.

Vaikutukset matkustajahyötyihin

Histan ja Kirkkonummen junatarjonnan lisäykset vaikuttavat lähinnä Helsingin seudun sisäisten matkojen matka-aikoihin (vuorotarjonnasta riippuvaan laskennalliseen matka-aikalisään). Matka-ajat lyhenevät eniten Histasta ja myös Myntinmäestä muualle pääkaupunkiseudulle. Matka-ajat lyhenevät hieman myös Kirkkonummelta sekä muun muassa Espoosta ja Leppävaarasta, kun Rantaradan lähijunien vuorotarjonta kasvaa (Taulukko 13).

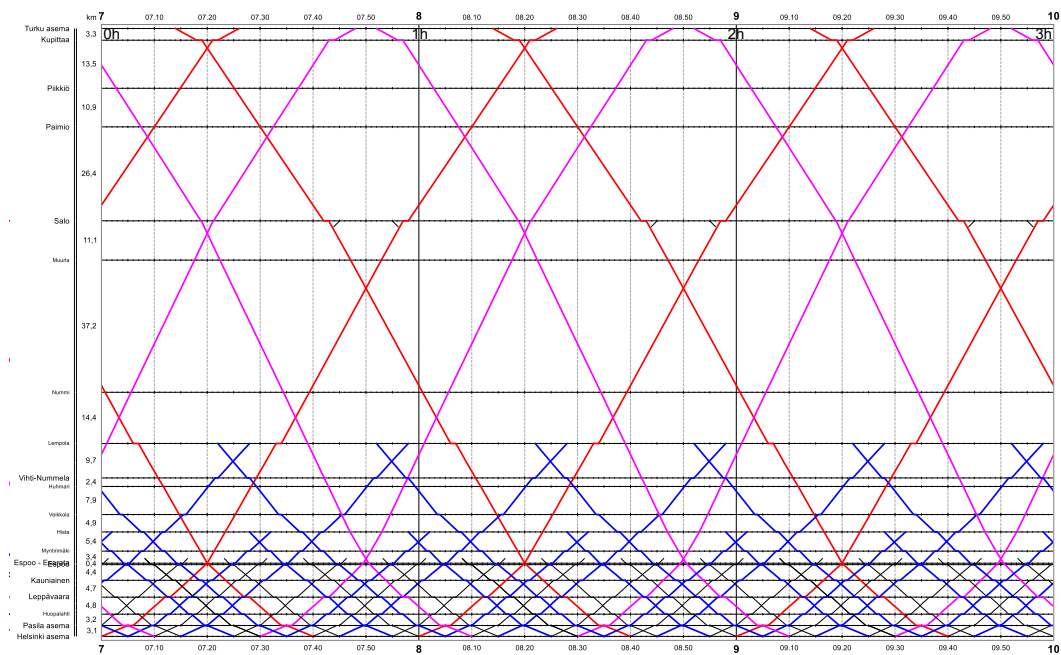
Taulukko 13. Vaihtoehdon 2a laskennallisen matka-ajan muutokset minuutteina vaihtoehtoon 1a verrattuna.

Ve2a, muutos vrt. Ve1a	Helsinki	Vantaa	Leppävaara	Espoo	Hista	Kirkkonummi
Helsinki		0	-1	-1	-5	-1
Lentoasema	0		-2	-1	-5	-1
Leppävaara	-1	-2		-1	-5	-1
Espoo	-1	-1	-1		-5	-1
Hista	-5	-5	-5	-5		-5
Vihti-Nummela	0	0	0	0	0	-1
Lempola	0	0	0	0	0	-1
Kirkkonummi	-1	-1	-1	-1	-5	

Vuoden 2050 matkustuskysyntää ei ole mahdollista hoitaa vaihtoehdon 1a mukaisella lähiliikennetarjonnalla, joten tässä ei arvioida matkustajien aika-suoritemuutoksia eikä liikennöintikustannusmuutoksia.

Aikataulurakenteen analyysi

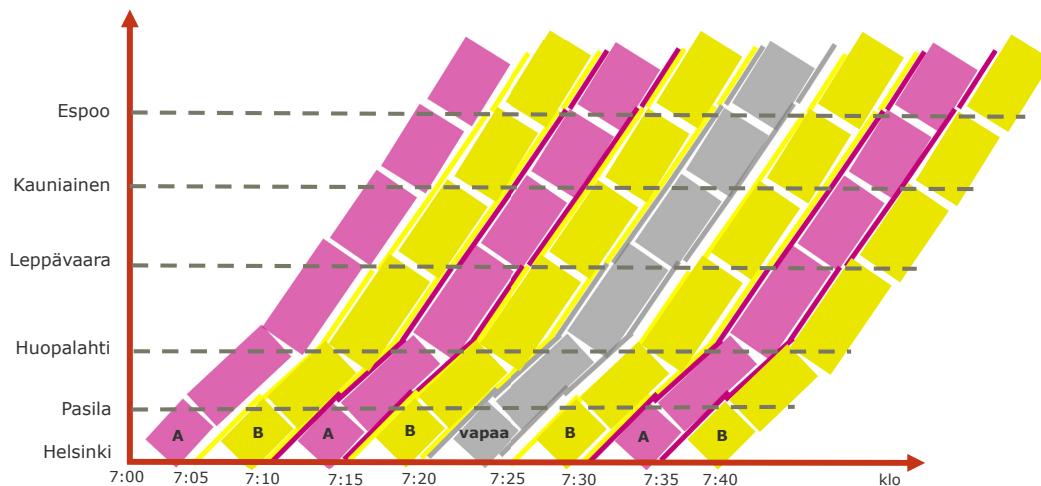
Kymmenen tunnittaisen junan ajaminen säilyttäen kaikkien eri suuntien ja välien junien vuorovälit täysin tasaisina ja matka-ajat yhtä nopeina kuin vaihtoehdoissa 1a ei ole mahdollista, sillä junien nopeuserot kuluttavat merkittävästi ratakapasiteettia. Nopea Express-juna on 73 minuutin kokonaisajoajalla noin viisi minuuttia muita junia nopeampi Helsinki–Espoo-osuudella. Tämä tarkoittaa sitä, että kaukoraiteiden lähijunan Espoosta Helsinkiin täytyy lähteä Espoosta noin 10 minuuttia Express-junaa aiemmin, jotta junat saapuvat Helsinkiin noin viiden minuutin etäisyyksillä toisistaan. Kaksi lähijunaa voidaan siis ajaa noin 15 minuutin etäisyydellä toisistaan, mikäli niiden välissä kulkee nopea Express-juna. Mikäli Express-junan kokonaismatka-aika on sama kuin lähijunilla Espoosta Helsinkiin, lähijunat voidaan ajaa noin 10 minuutin etäisyydellä toisistaan eli lähijunan ja Express-junan etäisyys on noin viisi minuuttia. Siksi Express-junaa hidastetaan viidellä minuutilla eli 78 minuutin kokonaismatka-aikaan (Kuva 33).



Kuva 33. Vaihtoehto 2a aikataulujen graafinen esitys ESA-radon näkymästä.

Aikataulut on suunniteltu siten, että Turun kaukojunat saapuvat ja lähtevät Helsingin päästä 30 minuutin vuorovälillä, Kirkkonummen lähijunat ajavat molempiin suuntiin 15 minuutin vuorovälillä ja Lohjan/Histan radan lähijunat 10–20 minuutin vuorovälillä. Molempien lähijunien vuorovälien saaminen tasaiseksi on hankalaa Express-junan hidastamisesta huolimatta. Lohjan junien kuormitus kuitenkin muodostuu Kirkkonummen junia epätasaisemmaksi, sillä Lempolaan asti kulkeva lähijuna kerää Histan junaa enemmän matkustajia. Kuormitusta tasaa, jos etenkin ruuhkassa Histan juna ajaa 20 minuuttia Lempolan lähijunan perään ja Lempolan juna 10 minuuttia Histan junan perään. Tasaista 15 minuutin vuoroväliä on vaikeaa muodostaa molempiin suuntiin, etenkin Espoo–Hista-suunnassa, ilman muiden junien aikataulujen muuttamista. Histan ja Lempolan junien kalustokierrot on eriytetty. Tasainen aikataulu 15 minuutin välein molempiin suuntiin voi olla mahdollinen, jos Histan ja Lempolan junien kalustokierrot yhdistetään.

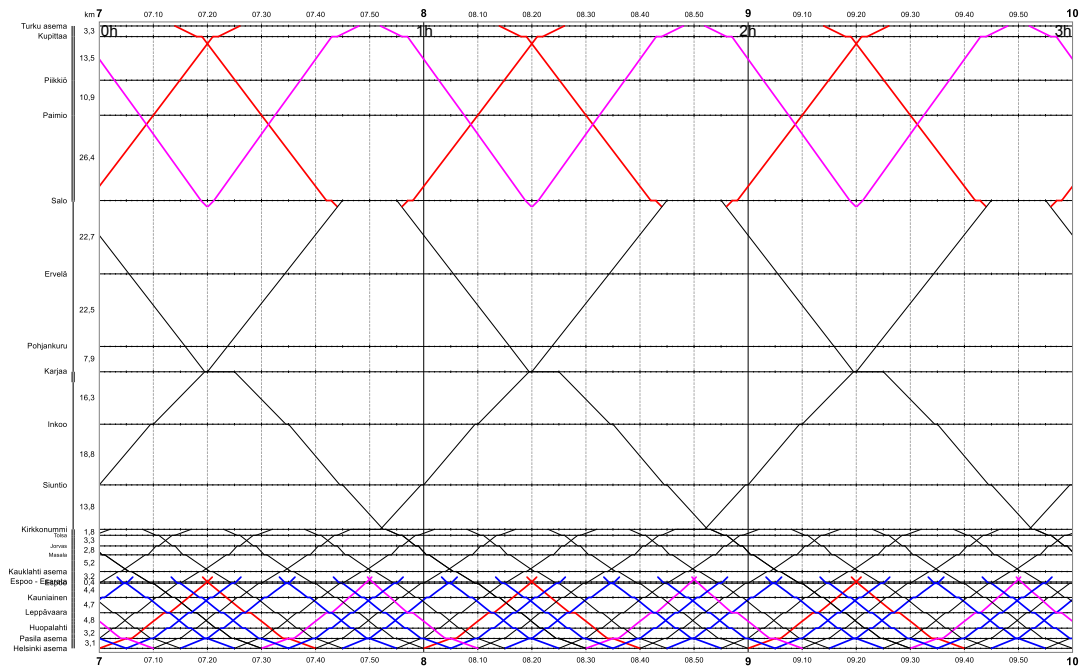
Vaihtoehdon 2a aikataulusuunnittelussa korostuu junien ajattaminen siten, että Helsingin ja Espoon väliin on varattu ennalta suunniteltuja viiden minuutin aikavälejä (ns. "slotteja"), joiden sisällä kunkin junan tulee liikennöidä (Kuva 34). Tällä periaatteella junat saapuvat Helsinkiin viiden minuutin välein, ne lähtevät Helsingistä viiden minuutin välein ja ne ajavat Helsingin ja Espoon välisen osuuden noin viiden minuutin etäisyydellä toisistaan. Junien erilaisen pysähdyskäyttäytymisen takia lähijunan ja kaukojunan välinä on mahdollista pitää myös kuusi minuuttia ja kahden lähijunan välinä neljä minuuttia. Kaukojunien välipysähdys Pasila–Espoo-välillä on suositeltavinta tehdä Leppävaarassa, sillä se sijaitsee suunnilleen osuuden puolivälissä ja on vakiintunut vilkkaaksi kaukoliikenneasemaksi ja joukkoliikenteen solmukohtaksi. Saman pysähdyskäyttäytymisen peräkkäisillä lähijunilla tarvittavaksi aikatauluihin asetettavaksi eroksi voidaan katsoa neljä minuuttia. Graafisiin aikatauluihin junat on sijoitettu selkeyden ja yhtenäisyyden vuoksi viiden minuutin välein.



Kuva 34. Esimerkki slottimaisesta liikennetarkistuksesta viiden minuutin vuorovälillä.

Kymmenen junaa viiden minuutin sloteissa tarkoittaa, että tunnin aikana jää vapaaksi kaksi slottia. Kuuden minuutin välien jatkuva käyttäminen ei jättäisi tyhjiä slotteja, mutta etenkin peräkkäisiä lähijunia voidaan myöhästymistilanteissa ajaa selvästi alle kuuden minuutin välein. Häiriötilanteiden hallintaa helpottaa, jos ruuhka-aikojen ulkopuolella Helsinkiin ei liikennöidä Espoon suunnan kaukoraiteilta kymmentä junaa suuntaansa tunnissa. Viiden minuutin slottikäytännössä Espoo–Helsinki-suunnassa tyhjät slotit on jätetty aikatauluissa lähes heti kaukojunan perään, jotta kauimpaa eli Turusta hieman myöhässä tuleva kaukojuna sekoittaisi mahdollisimman vähän muuta junakokonaisuutta.

Helsinki–Kirkkonummi-lähijunat voidaan ajaa tasaisesti 15 minuutin välein molempiin suuntiin (Kuva 35). Tiheämpi 15 minuutin vuoroväli vaatii kahden laiturin käyttämistä Kirkkonummella. Kalustotarve on laskettu olettaen, että kääntöaika Kirkkonummella on 21 minuuttia. Laiturialueille ei synny ristiinajoa, sillä seuraava juna lähtee kuuden minuutin kuluttua edellisen saapumisesta. Häiriösietoisuuden kannalta uusi vaihdeyhteys Kirkkonummella on tällöin kuitenkin välttämätön. Kirkkonummi–Helsinki-suunnassa Kirkkonummen lähijunan perässä ei tule viiden minuutin kuluttua milloinkaan kaukojunaa. Näin ollen ongelmia muulle junaliikenteelle ei käytännössä synny, jos Kirkkonummelta lähtevä lähijuna ajaa muutaman minuutin myöhässä.



Kuva 35. Vaihtoehdon 2a aikataulujen graafinen esitys Rantaradan näkymästä.

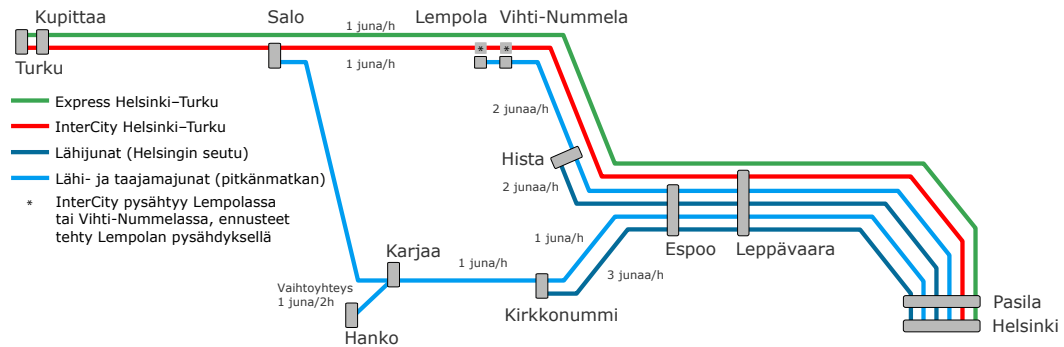
Tunnittaisen Express-junan liikennöinti 78 minuutin matka-ajalla vaatii neljä kalustokokoonpanoa, kun jo muutamia minuutteja lyhyemmällä ajoajalla kolme kalustokokoonpanoa voisi riittää. Lempolan ja Histan junat vaativat erillisissä kierroissaan seitsemän kalustokokoonpanoa, ja ESA-radan pääteasemille muodostuu lähes 30 minuutin kääntöaika. Kalustokierrot yhdistämällä yhden kokoonpanon poistaminen saattaa olla mahdollista, mutta tämä edellyttäisi myös muita toimenpiteitä, kuten Lempolan junan välipysähdysten vähentämistä. Kirkkonummen ja Salon lähijunat sitovat 9–10 kalustokokoonpanoa riippuen siitä, ajetaanko ne samoilla vai eriytetyillä kalustokierroilla. Karjaan suunnasta tulevat matkustajat mahtuvat yhteen lähijunayksikköön, joten Kirkkonummen liikenteen matkustajamäärän kasvu asettaa paineita muuttaa jatkoyhteys Kirkkonummelta länteen vaihdolliseksi tai vähintäänkin tehdä kaluston pilkkomisia ja yhdistämisä Kirkkonummella. Kirkkonummella kääntyvien junien kääntöaikoja ei ole mahdollista vaihtoehdon 1a tavoin saada optimaalisiksi, vaan jopa 36 minuutin kääntöaikoja muodostuu kerran tunnissa. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö vaihtoehdossa 2a on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö vaihtoehdossa 2a.

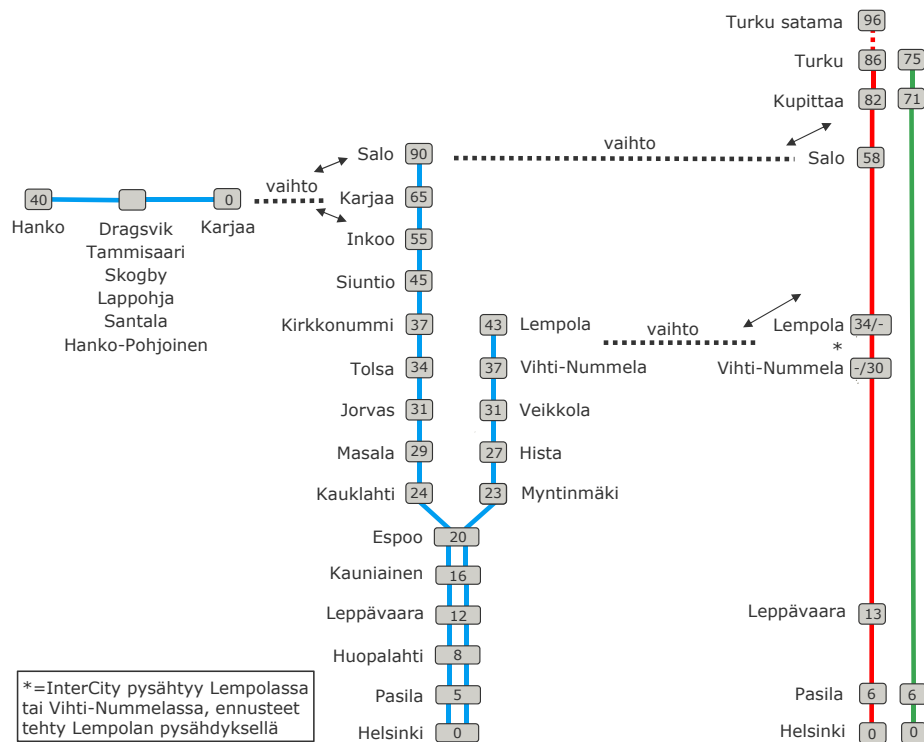
Kuvaus	Kalustokokoonpanojen määrä	Laituritarve, Helsinki
Express, Helsinki–Turku	4	1
IC, Helsinki–Turku	4	
Lähijuna, Helsinki–Lempola	4	1
Lähijuna, Helsinki–Hista	3	1
Lähijuna, Helsinki–Kirkkonummi/Salo*	9	1
Lähijuna, Hango–Karjaa	1	0
*Erillisillä kalustokierroilla 2 laituria ja 10 kalustokokoonpanoa.		

6.3.2 2b Kaukojunalähtöinen aikataulurakenne

Vaihtoehdossa 2b junamäärät ovat täysin samat ja ajoajat ovat samat vaihtoehtoon 2a verrattuna, paitsi Express-juna ajetaan nopeampana. Joka toisen Lempolan junan matka-aika on 44 minuuttia. Junamäärät on esitetty kuvassa 36 ja matka-ajat kuvassa 37.



Kuva 36. Junamäärät vaihtoehdossa 2b.



Kuva 37. Matka-ajat vaihtoehdossa 2b.

Kaukojunien kysyntäennuste

Kaukojunien ja Karjaan suunnan junien matkustajakysynnän oletetaan säilyvän pääosin ennallaan vaihtoehtoon 1a verrattuna.

Express-junan ajoajan pidentäminen viidellä minuutilla 73 minuutista 78 minuuttiin vähentää kysyntää Salo–Lohja-välillä noin viidellä prosentilla, mikäli kaupallisten pysähdysten määrä säilyy samana (ks. tarkemmin luku 7.2). Ajoajan pidentäminen 78 minuuttiin on toteutettu lisäämällä Express-junalle pysähdys Leppävaaraan. Leppävaara on merkittävä joukkoliikenteen solmukohta, joten pysähdyksellä saavutetaan myös matkustajahyötyjä. Näin ollen kaukojunien kokonaiskysynnän oletetaan pysyvän lähes samana.

Lähijunien kysyntäennuste

Lempola–Hista–Espoo-osuuden kysyntä oletetaan identtisen liikennejärjestelmän takia pääosin samaksi kuin vaihtoehdossa 2a. Helsinki–Espoo–Kirkkonummi-osuuden epätasaisemmaksi muuttuva lähijunien vuoroväli vähentää todennäköisesti hieman matkustussuosiota, sillä tasainen vuoroväli on lähijunaliikenteen keskeinen palvelutasotekijä. Lähijunien keskinäiset kuormituserot lisääntyvät. Etenkin Express-junan perässä kulkevat lähijunat keräävät runsaasti matkustajia, sillä edellinen lähijuna joudutaan ajamaan noin 15 minuuttia aiemmin. Pitkä tauko johtaa siihen, että vastaavasti neljä peräkkäistä lähijunaa joudutaan ajamaan noin viiden minuutin välein. Mahdollisuudet Kirkkonummen ja Lohjan radan lähijunien keskinäisen sijoittelun muuttamiseen ovat hyvin rajalliset. Helsingistä lähdettäessä Express-junan perään on suositeltavampaa ajaa Lohjan radan lähijuna eli vuoden 2050 ennusteskennäriössä keskimäärin vähemmän kuormitettua Kirkkonummen junaa ei voida tällöin laittaa Express-junan perään muun kokonaisuuden merkittävästi kärsimättä.

Aikataulurakenteen analyysi

Molempien Turun kaukojunien suunnitellun nopeuden säilyttäminen on mahdollista, mutta tällöin aikataulurakenne vaatii pääkaupunkiseudun lähijunien vuorovälien tasaisuudesta joustamista vaihtoehtoon 2a verrattuna. Aikataulu-grafiikassa on kuvattu tilanne, jossa Histan ja Lempolan lähijunien vuorovälin 20 minuutin/10 minuutin periaatetta rikotaan noin 1–2 minuutilla, jolloin junien väliset vuorovälit ovat esimerkiksi 21 minuuttia ja 9 minuuttia. Ratkaisun myötä Histassa ja Lempolassa Helsingistä saapuva juna saapuu aikaisintaan neljä minuuttia Helsinkiin lähtevän lähijunan jälkeen, jotta lähijunat voivat käyttää toista raiteistoa. Muissa tapauksissa lähijuna joutuisi todennäköisesti tekemään kesken linjan, kuten Vihti-Nummelassa, yli viiden minuutin pysähdysten päästääkseen ohi nopeamman Express-junan. Kirkkonummen suuntaan vuoroväli vaihtelee 10–20 minuutin välillä. Lohjan suunnan lähijunien tasaisempi vuoroväli asettaisi myös paineita rikkoo vielä enemmän Kirkkonummen suunnan vuoroväliä. Kirkkonummi–Helsinki-suunnassa Salosta lähtenyt lähijuna eli Salosta, ja Karjaan suunnasta matkustajia keräävä lähijuna kulkee Express-junan perään ja 20 minuuttia edellisen Kirkkonummen lähijunan perään, mikä voi aiheuttaa ruuhka-aikaan merkittävän kuormitusongelman. Aikataulurakenne on esitetty liitekuviissa 7–8.

Helsingissä Kirkkonummen suunnan junat tarvitsevat kaksi laituriraidetta kaikissa tapauksissa. Kirkkonummen suunnassa tarvitaan 10 kalustokoonpanoa riippumatta siitä, ajetaanko Kirkkonummen ja Salon lähijunat samassa vai eri kierrossa. Helsingin päähän syntyy molemmissa tilanteissa Kirkkonummen suunnan junilla aiempia vaihtoehtoja pidempiä kääntöaikoja. Express-junan kääntöaika on Helsingissä 22 minuuttia ja Turussa 68 minuuttia neljällä kalustokokoonpanolla. Kolmea Express-kokoonpanoa käyttämällä Turkuun jäisi vain kahdeksan minuutin kääntöaika, eli nopeammasta matka-ajasta huolimatta kalustokokoonpanoja tarvitaan saman verran kuin vaihtoehdossa 2a. Helsingin kääntöaikaa on pidennetty Turun kääntöajan kustannuksella vaihtoehtoihin 1a ja 1b verrattuna, jotta Express-junan ei tarvitse ohittaa kesken linjaosuuden Helsinki–Lempola-lähijunaa, jota on vastaavasti aikaistettu yhdellä minuutilla. Vaihtoehto asettaa paineita rakentaa kolmannen raiteen esimerkiksi Vihti-Nummela ja Lempolan välille, jotta Lempolaan asti menevä lähijuna ei hidasta nopeimpien Express-junien kulkua. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö vaihtoehdossa 2b on esitetty taulukossa 15.

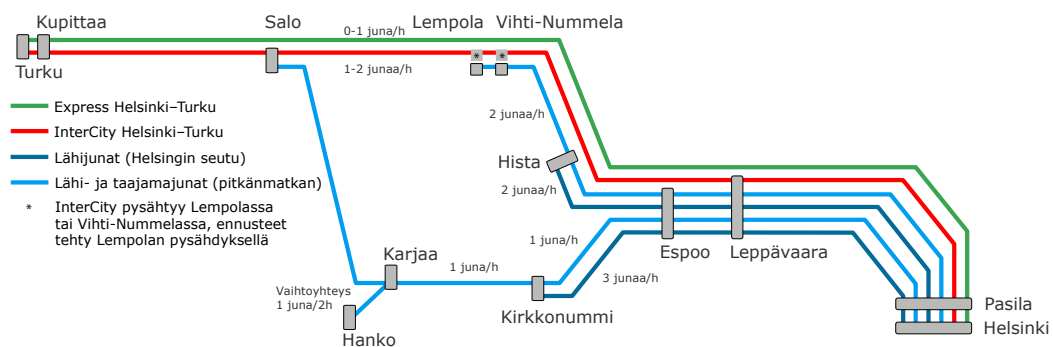
Taulukko 15. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö vaihtoehdossa 2b.

Kuvaus	Kalustokokoonpanojen määrä	Laituritärke, Helsinki
Express, Helsinki–Turku	4 *	1
IC, Helsinki–Turku	4	
Lähijuna, Helsinki–Lempola	4	1
Lähijuna, Helsinki–Hista	3	1
Lähijuna, Helsinki–Kirkkonummi/Salo**	10	2
Lähijuna, Hanko–Karjaa	1	0

*=Matka-aika mahdollistaisi kolme kalustokokoonpanoa, mutta tällöin kääntöaikaa jää liian vähän, kun pitää huomioida molempien päiden minimikääntöaikavaatimukset sekä muun junaliikenteen yhteensovittaminen.
 **=Laituri- ja runkotarve on sama erillisillä ja yhdistetyillä kalustokierroilla.

6.3.3 2c Kaukojunien karsittu liikennöinti

Vaihtoehdossa 2c Express-junat liikennöivät vain ruuhka-aikoina. Ruuhka-aikojen ulkopuolella Helsinki–Turku-yhteys hoidetaan yhdellä tunnittaisella IC-yhteydellä. Junamäärät on esitetty kuvassa 38.

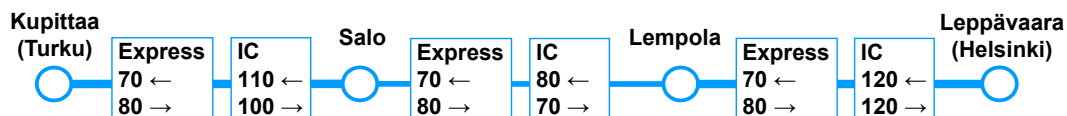


Kuva 38. Junamäärät vaihtoehdossa 2c.

Matka-aikoina voidaan käyttää joko vaihtoehdon 2a tai 2b mukaisia matka-aikoja Vaihtoehdossa 2a Express-juna voi pysähtyä myös Leppävaarassa. Intercity-juna (Intercity-kalustolla) ajetaan läpi vuorokauden tunnin välein. Ruuhka-aikoina ajetaan Express-kalustolla edestakaisia junapareja siten, että ruuhkaisin suunta ajetaan Express-periaatteella ja hiljaisempi suunta Intercity-periaatteella. Aamulla siis ajetaan Express-periaatteella Turusta Helsinkiin ja IC-periaatteella Helsingistä Turkuun, iltapäivällä päinvastaisesti IC-periaatteella Turusta Helsinkiin ja Express-periaatteella Helsingistä Turkuun.

Kaukojunien kysyntäennuste

Vaihtoehdossa 2c vaihtoehtoon 1a verrattuna luovuttaisiin hiljaisen kysynnän aikana Express-junista, joissa kulkisi esimerkiksi kello 12–13 Turusta Helsinkiin 80 ja Helsingistä Turkuun 70 matkustajaa. Keskipäivätunnilla IC-junaan tulisi noin 150 matkustajaa. Turun ja Helsingien kaupunkien välisessä matkustuksessa kello 12–13 on hieman vuorokauden keskiarvoa vilkkaampi matkustustunti, joten IC-junan tyypillinen matkustajamäärä ruuhka-ajan ulkopuolella on noin 100–150 matkustajaa tunnissa, noin 50–75 suuntaansa (Kuva 39). Suurin osa Express-junan Helsinki–Turku-matkustajista siirtyy hiljaisina aikoina todennäköisesti käyttämään IC-junaa, mutta jonkin verran matkustajia voi siirtyä myös muihin kulkumuotoihin, koska ruuhka-aikojen ulkopuolella palvelutaso heikentyy perusvaihtoehtoon 1a nähden. Matkustuskysyntään vaikuttavat kuitenkin myös hinnoittelumuutokset ja esimerkiksi dynaamisen hinnoittelun käyttö hiljaisen kysynnän aikana. Varsinaista liikennemalliajota vaihtoehdosta ei ole voitu tehdä vuorokausitarjonnan heterogeenisyydestä johtuen.



Kuva 39. Vaihtoehdon 2c mukaiset keskipäivän ennustetut ESA-radon matkustajamäärät Intercity-junissa ja Express-junissa vuonna 2050 suunnittain.

Aamu- ja iltapäiväruuhkan aikana matkustajamäärän voidaan olettaa säilyvän lähes vaihtoehdon 1 mukaisena. IC-junan Express-junaa suurempi suosio alku- ja loppumatkasta aamulla Helsingistä Turkuun ja iltapäivällä Turusta Helsinkiin todennäköisesti menee suunnilleen päittäin nopean Turku–Helsinki-yhteyden puutteen aiheuttaman matkustajavähenemän kanssa.

On todennäköistä, että hiljaisen ajan tarjonnan leikkaukset tarkastellulla tavalla synnyttävät enemmän liikennöintikustannussäästöjä kuin matkustajien hyödyn menetyksiä.

Lähijunien kysyntäennuste

Lähijunien kysyntä säilyy vaihtoehtoihin 2a ja 2b verrattuna ennallaan. Muutama ylimääräiset Lempolassa pysähtyvät kaukojunat voivat siirtää yksittäisiä Lempolan matkustajia lähijunista kaukojuniin. Lähijunien kokonaiskysynnän ja ruuhkaisimpien hetkien kysynnän kannalta asialla ei ole merkitystä, sillä ylimääräiset Lempolan kaukojunapysähdykset tapahtuvat Helsinki–Turku-suunnassa aamulla ja Turku–Helsinki-suunnassa iltapäivällä eli ruuhkan vastasuunnassa.

Aikataulurakenteen analyysi

Aikataulurakenne sisältää samat lainalaisuudet kuin vaihtoehdossa 2a ja 2b riippuen siitä, kumpi aikataulurakenne valitaan liikennöinnin pohjaksi. Aikatauluteknisesti vaihtoehdon 2c ainoa merkittävä ero on, että aikataulugrafiikoiden Express-junien vihreitä viivoja on vähemmän hiljaisen kysynnän aikoina. Aamun Helsinki–Turku-Express-junan muuttaminen Intercityksi ja iltapäivän Turku–Helsinki-Express-junan muuttaminen Intercityksi on mahdollista, sillä rataverkolla ei ole tätä estäviä rajoitteita. Aamun ja iltapäivän aikataulugrafiikat esitetään liitetaulukkoissa 9–12.

Intercity-junien ajaminen tunnin vuorovälillä vaatii saman neljän kalustokokoonpanoa, joten kokonaisliikennöintikulujen kannalta tarvittavien Express-kalustokokoonpanojen lukumäärä on olennainen kysymys. Express-junien kalustokierrot jäisivät todennäköisesti löysiksi, eli niillä ajettaisiin edestakainen kierros vain kahdesti päivässä. Tiheämpi liikenne kolmen peräkkäisen tunnin aikana vaatii kolme Express-kokoonpanoa eli saman määrän kuin vaihtoehdossa 1a. Vain kahden peräkkäisen tunnin ruuhkaliikenne laskisi taas palvelutasoa.

6.3.4 Yhteenveto

Vaihtoehtojen Ve2a, Ve2b ja Ve2c yhteenveto on koottu taulukkoon 16. Kymmenen tunnittaisen junan mahdolluttaminen kaukoraiteille Helsingistä länteen on käytetyillä reunaehdoilla mahdollista, mutta erittäin voimakkaan väestönkasvun jatkuessa Espoo–Lohja-alueella tämäkään junamäärä ei välttämättä enää riitä tyydyttämään kaikkia matkustajakysyntätarpeita useamman kymmenen vuoden päästä. Häiriöhallinnan kannalta on suositeltavaa, että kymmenen tunnittaista junaa ajetaan vain ruuhka-aikoina ja minimijunavälinä voidaan käyttää kolmea minuuttia.

Taulukko 16. Yhteenvedo vaihtoehtoista 2a, 2b ja 2c.

	Kaukoliikenne Hki-Lohja-Turku	Lähiliikenne Hki-Lohja	Lähiliikenne Hki- Kirkkonummi	Liikenne Hki-Kirkkonummi- Karjaa-Salo
Junamäärä (juna/h/suunta)	2	Yhteensä 4 juna, joista 2 päätyy Lohjalle ja 2 Histaan	4	1
Kysyntäennuste (2050, arkipäivä, suunnat yhteensä)	Salo-Lohja 5500 Lohja-Leppävaara 7390	Hista- Myntinmäki 24890	Masala- Kauklahti 13810	Karjaa-Inkoo 900
Matkustajapotentiaali *	Ruuhkan ulkopuolella riittää 1 juna tunnissa	Suurimmalla kasvulla pitkätkin junat täyttyvät äärimmilleen ruuhkassa	Tarjonta riittävä, ruuhka- aika vaatii pitkät junat	Ohut kysyntä Karjaan päässä etenkin ruuhkan ulkopuolella
Kalustokierron tehokkuus	Junamäärän kasvu ja Express-junan ajoajan pidennys voivat lisätä kalustotarvetta **	Pitkät kääntöajat Lohjalla ja Histassa	Melko tehokas, osin pitkät kääntöajat Kirkkonummella. Lähijunien tasainen vuoroväli helpottaa hieman aikataulusuunnittelua	
Häiriöherkkyys	Myöhässä kulkevat junat voivat vaikuttaa myös lähijuniin (suuri junamäärä)	Pääosin matala, mutta junamäärän kasvu lisää yleisesti häiriöherkkyttä ***		Yksiraiteisuus ja Salon lyhyt kääntöaika lisäävät konfliktiherkkyttä.
Helsingin raiteistonkäyttö	Melko tehokas (4–5 laituria Rantaradan junien aikataulun ja kalustokierron mukaan), ei aikataulunmukaisia ristiinajotilanteita vaihtoehtialueella.			
Erot alavaihtoehtojen välillä (Ve2a, 2b, 2c)	* =Ve2a:ssa lähijunien vuoroväli on tasaisempi, mikä lisää kysyntäpotentiaalia. **= Vaihtoehdossa 2a Express-junan matka-ajan pidennys 78 minuuttiin ja vaihtoehdossa 2b (nopeammasta matka-ajasta huolimatta) Express-junan Helsingin kääntöajan piteneminen todennäköisesti nostavat Express-junan kalustokokoonpanojen tarpeen neljään. Vaihtoehdossa 1a on siinä ja siinä, riittääkö kolme kalustokokoonpanoa. ***Ve2b:ssä nopeampi Express-juna kuluttaa enemmän linjakapasiteettia, mikä jättää hieman vähemmän tilaa lähijunille. Vaihtoehto 2c voidaan ajaa vaihtoehtojen 2a tai 2b lähijunarakenteella			

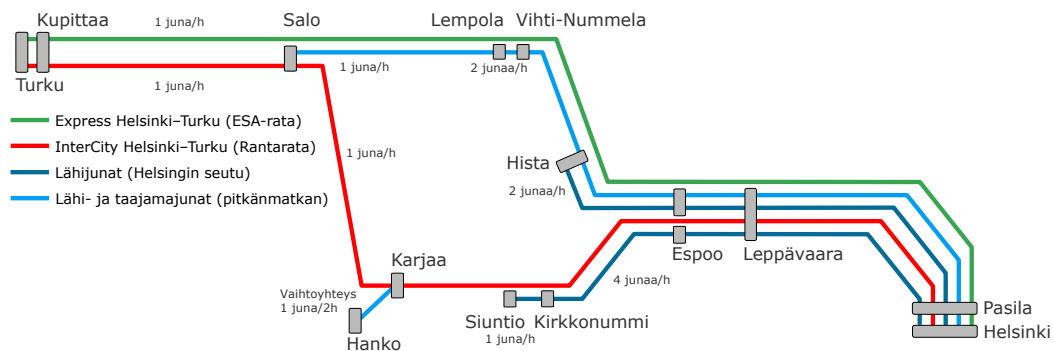
Kymmenen junan mallissa nopeimman Express-kaukojunan tavoitteellisesta matka-ajasta Helsingin suunnassa voidaan pitää kiinni vain, jos lähijunien vuorovälejä muutetaan epätasaisemmiksi ja nopeinta kaukojunaa priorisoidaan liikenteenohjauksessa. Oikoradan avautuessa liikenne voi todennäköisesti alkaa nopealla Express-junalla, mutta Kirkkonummen ja etenkin Lohjan radanvarsien kasvun jatkuessa paineet hidastaa Express-junaa Helsingin päässä noin 3–5 minuutilla todennäköisesti kasvavat jatkuvasti. Suurin kuormitus kohdistuu yhteiselle rataosuudelle Helsingin ja Espoon väliin.

Kysyntäennusteiden mukaan ruuhkan ulkopuolella Helsinki-Turku-kaukojunien matkustajat mahtuvat yhteen junaan, ja näinä aikoina on perusteltua ajaa ennustemallin mukaan hieman enemmän matkustajia keräävä IC-juna (ks. myös kuva 17). IC-junan lisäpysähdykset Salossa, Lohjalla ja Leppävaarassa vaikuttavat tuovan enemmän matkustajia kuin mitä hitaampi matka-aika vähentää Turku-Helsinki-matkustajia. Aikataulurakenteessa tulisi olla sujuvat jatko-yhteydet muihin kaukojuniin Pasilassa ja Turussa. Ruuhka-aikoina on perusteltua, että varsinaisessa ruuhkasuunnassa, eli aamulla suunnassa Turku-Helsinki ja iltapäivällä suunnassa Helsinki-Turku, toinen on Express-juna ja toinen on IC-juna. Ruuhka-ajan hiljaisemmissa suunnissa, eli aamulla suunnassa Helsinki-Turku ja iltapäivällä suunnassa Turku-Helsinki, on kokonaiskysynnän kannalta todennäköisesti vähän merkitystä, ajetaanko kaukojunat Express- ja IC-periaatteella vai molemmat kaukojunat IC-periaatteella.

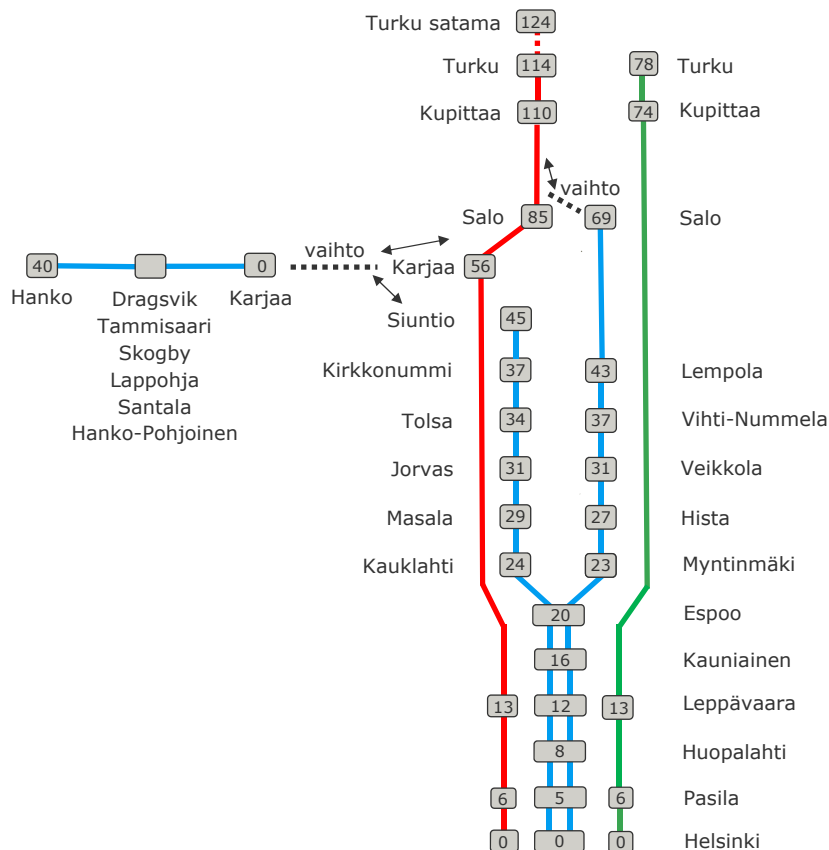
6.4 Vaihtoehto 3: Helsingistä 10 junaa/h/suunta ja IC-juna Rantaradalla

6.4.1 3 IC-junien ajaminen Karjaan reittiä

Vaihtoehdossa 3 kaukojunista hitaampi IC-juna ajetaan nykyistä Rantaradan reittiä ja ESA-radalla kulkee kaukojunista vain Express-juna. Salon ja Lempolan välinen matkustajapalvelu hoidetaan jatkamalla kerran tunnissa Helsinki–Lempola-lähijunaa ESA-rataa Saloon asti. Vaihtoehdon 3 junamäärät on esitetty kuvassa 40 ja matka-ajat kuvassa 41.



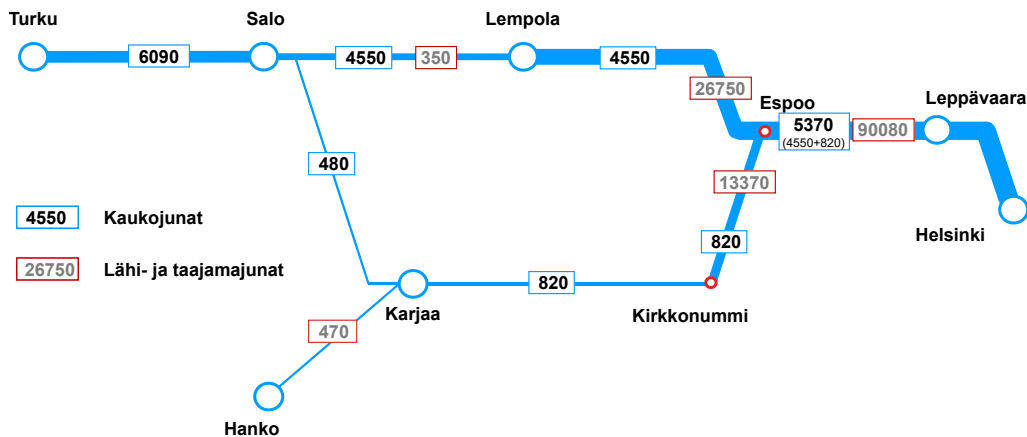
Kuva 40. Junamäärät vaihtoehdossa 3.



Kuva 41. Matka-ajat vaihtoehdossa 3.

Kaukojunien kysyntäennuste

Vaihtoehtojen matkustajamäärät on esitetty kuvassa 42. Lähijunat pysähtyvät kuvassa esitettyjen liikennepaikkojen lisäksi myös muilla asemilla. Lähijunien vuorokausitason luvut on ilmoitettu väleiltä Hista–Myntinmäki, Masala–Kauklahti, Espoon ja Leppävaaran välissä kaukojunaraiteita pitkin kulkevien lähijunien osalta väliltä Kauniainen–Leppävaara ja kaupunkijunien osalta väliltä Kilo–Leppävaara, Hangon radan osalta väliltä Karjaa–Tammisaari sekä Karjaan ja Kirkkonummen väliltä Karjaa–Inkoo.



Kuva 42. Ennuste (Ve3) kaikkien junien arkipäivän kokonaiskysynnästä vuonna 2050 alueiden väestöskenaariolla, molemmat suunnat yhteensä.

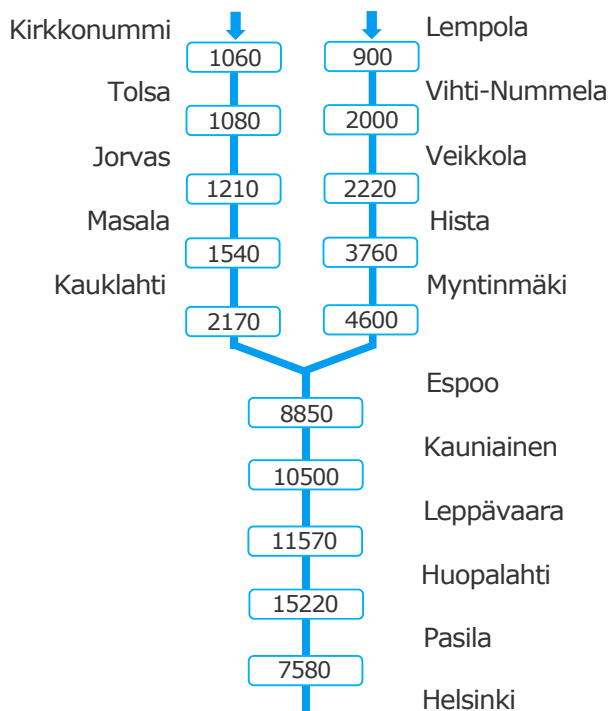
IC-junien kulku Rantaradan kautta on merkittävästi oikorataa hitaampaa. IC-yhteys ei enää käytännössä palvele Helsinki–Turku-matkustajia. Helsinki–Turku-junamatkustajat käyttävät lähes kokonaan noin 40 minuuttia nopeampia Express-junia. Matkustajamäärät laskevat Turun ja Salon välillä 10 prosenttia ja Salon ja Lohjan välillä 17 prosenttia. Salon ja Lohjan välisistä molempien suuntien yhteenlasketuista matkustajista noin 350 käyttää lähijunia. Turun ja Helsingin välinen matkustus vähenee palvelutason heikentymisen seurauksena. Matkustajia siirtyy muihin kulkumuotoihin ja Turusta junalla muualle Suomeen kuljetaan useammin Toijalan ja Tampereen kuin Pasilan kautta. Kaukojunapysähdysten puuttuminen vähentäisi myös Lohjan liityntäyhteyden suosiota, sillä noin 40 prosentin sijaan noin kolmasosa matkustajista saapuisi Lempolaan liityntäyhteydellä väestöskenaariossa 2050.

Karjaalta vaihdoton IC-junayhteys Turkuun lisää matkustusta vaihtoehtoon 1a verrattuna. Karjaalta Helsingin suuntaan kokonaismatkustajamäärä kuitenkin säilyy ennallaan tai jopa laskee hieman, koska Kirkkonummelta ja Siuntioista ei pääse enää matkustamaan lähijunalla lännen suuntaan. Aikatauluteknisten rajoitteiden takia IC-juna voi pysähtyä Karjaan ja Pasilan välillä vain kerran. Tässä pysähdysasemaksi on määritetty nykyiseen tapaan Leppävaara. Kirkkonummi/Siuntio–Turku matkustus ei kuitenkaan ole ratakäytävän kokonaismatkustukseen nähden suurta. Rantaradan IC-junan olisi matkustajakysynnän kannalta perusteltua pysähtyä ainakin Kirkkonummella ja mahdollisesti myös Espoossa, jos se olisi aikatauluteknisesti mahdollista. Rantaradan IC-junan kannattavuus jäisi erittäin heikoksi Salon, Karjaan ja Helsingin välillä kilpailevan nopeamman oikoradan kaukojunayhteyden takia.

Lähijunien kysyntäennuste

Vaihtoehdossa 3 IC-junat eivät liikennöi Lempolan kautta, joten Lempolaa palvelevat vain kaksi kertaa tunnissa ajettavat lähijunat, joista toinen jatkaa Saloon saakka. Tämä lisää Lohjan lähijunien kuormitusta vuoden 2050 aamuhuipputunnin aikana noin 300 matkustajalla tunnissa ruuhkasuuntaan. Kuormituksen kasvu painottuu enemmän Saloon saakka liikennöivälle linjalle. Tällöin Lohjalta Helsinkiin kulkevat junat täyttyvät jopa jo Vihti-Nummelassa, jos junakaluston asettama maksimimatkustajamäärä on noin 1 000 matkustajaa junaa kohden. Suuren väestön- ja maankäytön tilanteessa uuden radan kaukojunien on siis perusteltua pysähtyä joko Lempolassa tai Vihti-Nummelassa, jotta kuormituseroja lähi- ja kaukojunien kesken voidaan tasoittaa. Kirkkonummen lähijunien huipputunnin kuormitus jää vaihtoehtoa 2a hieman vajaammaksi muun muassa siksi, että lähijuniin ei tule matkustajia Karjaan suunnasta, pelkästään Siuntiossa, jonne Kirkkonummen lähijunaliiikennettä olisi mahdollista jatkaa esimerkiksi kerran tunnissa (Kuva 43).

Aamuhuipputunti ruuhkasuunnassa



Kuva 43. Ennuste (Ve3) lähi- ja kaupunkijunien matkustajamääristä aamuruuhkatunnin aikana vuonna 2050 alueiden maankäyttöarviolla kohti Helsinkiä (Espoo–Helsinki-välillä kauko- ja kaupunkiraiteiden lähijunat yhteensä).

Vaikutukset matkustajahyötyihin ja liikennöintikustannuksiin

IC-junien siirto Rantaradalle vaikuttaa laskennallisiin matka-aikoihin monella tavalla vaihtoehtoon 1a verrattuna (Taulukko 17). Lähes kaikkien Helsinki–Turku-matkustajien siirtyminen nopeimpiin Express-juniin lyhentää hieman Turun ja Helsingin välistä keskimääräistä matka-aikaa, mutta kilpailukykyinen tarjonta todellisuudessa vähenee.

Taulukko 17. Vaihtoehtoon 3 laskennallisen matka-ajan muutokset minuutteina Vaihtoehtoon 1a verrattuna. Laskennallinen matka-aika sisältää myös vuorotiheydestä riippuvan laskennallisen odotusajan (16 % vuorovälistä).

Ve3, muutos vrt. Ve1a	Helsinki	Leppä- vaara	Espoo	Hista	Vihti- Nummela	Lempola	Kirkko- nummi	Siuntio	Karjaa	Hanko	Salo	Kaarina	Turku
Helsinki								0	-8	-8	13	-5	-5
Leppävaara								0	-6	-6	3	0	0
Espoo								0	9	9	-16	-5	-5
Hista								0	7	7	-41	-14	-14
Vihti-Nummela								0	3	3	-53	-36	-36
Lempola								0	0	6	2	12	12
Kirkkonummi								0	41	41	14	0	0
Siuntio	1	0	0	0	0	0	0	0	42	61	37	18	18
Karjaa	-7	-6	9	8	7	0	42	56	0	0	4	-6	-6
Hanko	-7	-6	9	8	7	1	42	64	0	0	4	-6	-6
Salo	15	14	-9	-33	-28	2	10	37	4	4	0	0	0
Kaarina	-4	14	1	-10	-8	12	14	40	-6	-6	0	0	0
Turku	-4	14	1	-10	-8	12	14	40	-6	-6	0	0	0

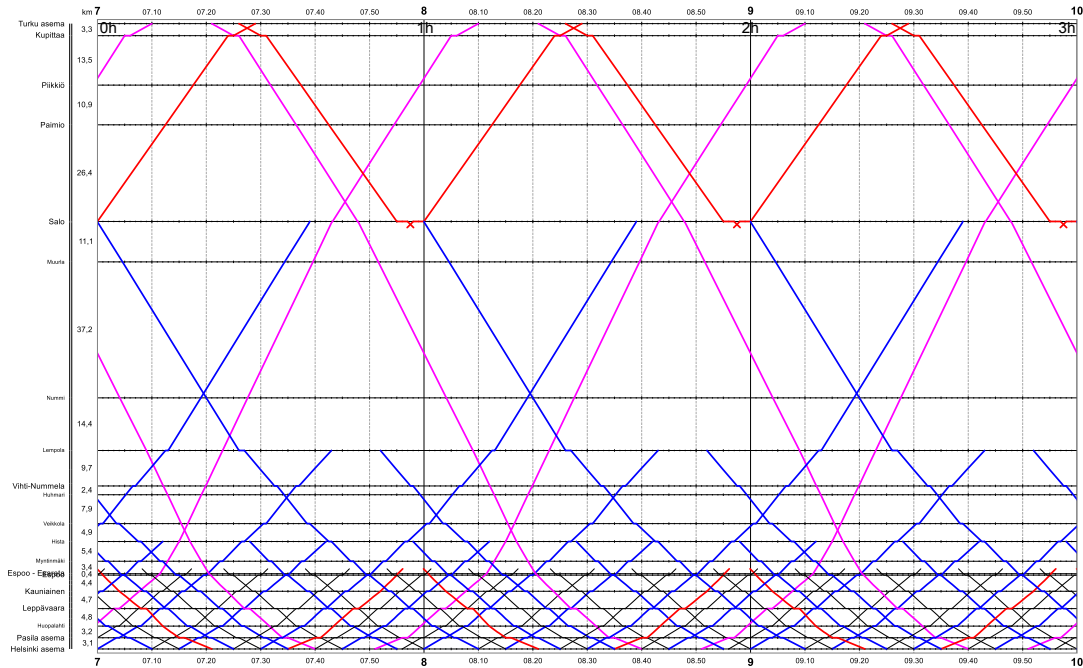
Vaihtoehto pidentää Salon ja Helsingin välisiä matka-aikoja, sillä nopean IC-yhteyden sijaan tarjolla on Karjaan kautta kulkeva huomattavasti hitaampi IC-juna tai kaikilla oikoradan väliasemilla pysähtelevä lähijuna. Sen sijaan matkat Salosta Lempola–Espoo-välin väliasemille muuttuvat vaihdottomiksi. Yhteydet Kirkkonummelta ja Siuntioista lännen suuntaan kärsivät merkittävästi, jos IC-juna ei pysähdy Kirkkonummella ja Siuntiossa. Tällöin matkatakseen junalla Kirkkonummelta tai Siuntioista Karjaalle pitää matkustaa Leppävaaran kautta. Karjaan ja Hangon suunnista IC-juna nopeuttaa matkoja Leppävaaraan ja Helsinkiin, mutta yhteydet Espoon ja Histan suuntaan kulkevat takaperoisesti Leppävaaran kautta.

IC-junien kulku Rantaradan kautta kaikkina liikennöintiaikoina kasvattaa oikoradalla kulkemiseen verrattuna IC-junien kilometrisuoritetta vuositasona noin 280 000 kilometrillä ja aikasuoritetta noin 4 600 tunnilla. Karjaan suunnalla operoivien lähijunien kilometrisuorite puolestaan vähenisi vuositasona noin 80 000 kilometriä ja aikasuorite 1 200 tuntia. Hankearviointiohjeistuksen yksikkökustannuksilla tämä merkitsisi liikennöintikustannusten kasvua noin 3,3 miljoonalla eurolla vuotta kohden. Liikennöintikustannusten kasvun arvo 30 vuodelta diskontattuna on noin 63 miljoonaa euroa. Matkustajien vuosittainen hyödynmenetys olisi noin 1,7 miljoonaa euroa, 30 vuodelta diskontattuna noin 40 miljoonaa euroa.

IC-junien kulkiessa Karjaan kautta vain ruuhka-aikoina vaikutukset perusvaihtoehtoon 1 nähden jäävät selvästi pienemmäksi, mutta suunnaltaan samaksi. IC-junien ajattaminen Karjaan kautta siis nostaa selvästi liikennöintikustannuksia ja kasvattaa hieman matkustajien aikakustannuksia. Näin ollen vaihtoehto on yhteiskuntataloudellisesti perusvaihtoehtoa heikompi, ellei sillä saavuteta muita matka-aika- tai liikennöintiähyötyjä tai investointikustannussäästöjä.

Aikataulurakenteen analyysi

IC-junan siirtäminen ESA-radalta Rantaradalle kymmenen tunnittaisen junan liikennelähtötehtävällä ei ratkaise rataverkon ruuhkaisuutta ja kapasiteettihaasteita. Helsingin ja Espoon välillä kahdeksan junaa joudutaan ajamaan viiden minuutin välein, eli kaksi tyhjää viiden minuutin slottia tulevat tunnin aikana lähes peräkkäin (Kuva 44). Suurimpien väestönkasvuarvioiden vaatima viides lähijuna ESA-radalle ei ole vaihtoehtoa 2 merkittävästi helpompaa yhteensovit-taa aikatauluun Helsinki–Espoo-välillä pysyvän saman junamäärän takia.



Kuva 44. Vaihtoehto 3 aikataulujen graafinen esitys ESA-radan näkymästä.

Etenkin Rantarata Kirkkonummen suunnassa muuttuu hyvin häiriöherkäksi. IC-juna on Espoo–Kirkkonummi-välillä noin kuusi minuuttia lähijunaa nopeampi, joten se joudutaan sijoittamaan lähes niin lähelle kahta lähijunaa kuin mahdollista. IC-junan kohtaamiset on suunniteltu tapahtuvan Salon asemalla sekä Karjaan asemalta itään Rantaradan ja Hanko–Hyvinkää-radan yhteisellä reittiosuudella eli samalla tavalla kuin nykyisessä liikenteessä. Käytetty IC-junan aikatauluratkaisu vaikuttaa olevan tehokkain IC-junien kalustokierron, nopeuden ja Helsingin pään laiturinkäytön kannalta. Salo–Kirkkonummi-osuuden yksiraiteisuuden takia IC-junan aikataulusuunnittelussa on vähän valinnanvaraa. Rantaradan näkymän aikataulu esitetään liitekuvassa 14.

ESA-radalla uusia kapasiteettihaasteita aiheuttaa Helsinki–Lempola-lähijunan ajaminen Saloon asti, sillä Saloon asti oikorataa kulkeva lähijuna on noin 20 minuuttia Express-junaa hitaampi. Salossa vaihtoajat Turku–Salon väliä kulkevan IC-junan ja ESA-radan lähijunan kesken ovat viisi minuuttia ja 20 minuuttia. Pidemmän vaihtoajan lyhentäminen vaatisi Lohjan junien vuorovälin tasaisuuden rikkomista. Aikataulut on rakennettu Express-junan hitaamman 78 minuutin ajoajan pohjalta. Mikäli Rantaradan IC-junan liikennöintivaihtoehtojen kanssa halutaan edetä, aikataulusuunnittelua todennäköisesti sujuvoitaisi ESA-radan ainoalle kaukojunalle pysähdysten lisääminen Vihti–Nummelaan/Lempolaan ja Saloon ja luopuminen lähijunan ajamisesta Lempola–lasta Saloon saakka.

Kirkkonummen ja Lohjan suunnan lähijunilla on tasainen 15 minuutin vuoroväli. Vaihtoehto parantaa myös Karjaan suunnan sekä Turku–Karjaa-välin palvelutasoa aiempiin vaihtoehtoihin verrattuna. IC- ja Express-junien kasvavan nopeuseron takia junat osuvat todennäköisemmin lähelle toisiaan Turku–Saloreittiosuudella, mikäli molemmat kaukojunat käyttävät samaa laituria Helsingissä. Aikatauluissa Turun ja Kupittaa välille saattaisi tulla kaksi juna-kohtaamista. Vaihtoehto pidentää Salon ja Helsingin välisiä matka-aikoja, sillä oikorataa pitkin ei ole nopeaa kaukojunayhteyttä Helsinkiin. Histan, Lempolan ja Salon lähijunat vaativat yhden kalustokokoonpanon vaihtoehdon 2 tilanteita enemmän, ja kaikki junat on suunniteltu ajettaviksi omissa kalustokierroissaan (Taulukko 18). Kirkkonummen suunnalla yksi lähijuna jatkaisi Siuntioon, mikä vaatii todennäköisesti yhden kalustokokoonpanon lisää. Siuntion jatke olisi mahdollista hoitaa ilman ylimääräistä kalustokokoonpanoa, mikäli kerran tunnissa Kirkkonummella lähijuna voitaisiin kääntää viidessä minuutissa. Nopea kääntö voi olla mahdollista, jos esimerkiksi joiltakin Helsinki–Kirkkonummi-lähijunilta poistetaan 1–2 välipysähdystä. Mahdollinen nopeuttaminen kannattaisi toteuttaa myös IC-junaa lähellä kulkeville lähijunille, sillä junien nopeuseron tasaaminen helpottaa junien yhteensovitusta.

Taulukko 18. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö vaihtoehdossa 3.

Kuvaus	Kalustokokoonpanojen määrä	Laituritarve, Helsinki
Express, Helsinki–Turku (ESA-rata)	4	1
IC, Helsinki–Turku (Rantarata)	5	
Lähijuna, Helsinki–Salo	3	1
Lähijuna, Helsinki–Lempola	2	
Lähijuna, Helsinki–Hista	3	1
Lähijuna, Helsinki–Kirkkonummi/Siuntio	8	1
Lähijuna, Hanko–Karjaa	1	0

6.4.2 Yhteenveto

Taulukko 19. Yhteenveto vaihtoehdosta 3.

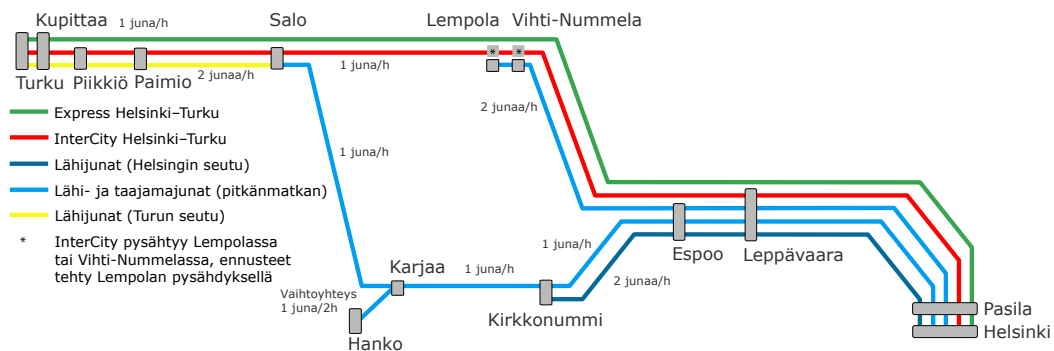
	Kaukoliikenne Hki–Lohja–Turku	Kaukoliikenne Hki–Karjaa–Turku	Lähiliikenne Hki–Lohja/Salo	Lähiliikenne Hki– Kirkkonummi–Siuntio
Junamäärä (junaa/h/suunta)	1	1	Yhteensä 4 junaa, joista 1 päättyy Saloon, 1 Lempolaan ja 2 Histaan	Yhteensä 4 junaa, joista 1 päättyy Siuntioon ja 3 Kirkkonummelle
Kysyntäennuste (2050, arkipäivä, suunnat yhteensä)	4550 (Kupittaa–Pasila)	820 (Karjaa–Leppävaara)	26750 (Hista– Myntinmäki)	13370 (Masala–Kauklahti)
Matkustaja-potentiaali	Lähes kaikki Helsinki–Turku- matkustajat tulevat Express- junaan	Palvelee hyvin Karjaan suuntaa, mutta täyttöaste jää kokonaisuudessaan matalaksi	Matkustajat eivät mahdu Helsingin päässä ruuhka-aikana juniin, jotka tulevat Salosta ja Lempolasta	Tarjonta riittävä, ruuhka-aika vaatii pitkät junat
Kalustokierron tehokkuus	Vaatii 4 runkoa pidemmän matka-ajan (78 min) ja tunnin vuorovälin takia	Vastaava tehokkuus kuin ESA-radon IC- junalla (pitkä kääntöaika Turussa)	Pääosin tehokas, ei pitkiä kääntöaikoja. Ei mahdollista täysin tasaista vuoroväliä	Pääosin tehokas, Siuntion jatke vaatii lisäkalusto- kokoontalon
Häiriöherkkyys	Kaukojunan molemmiin puolin kulkee lähijunia Helsingin päässä, missä myös lyhyt kääntöaika	Yksiraiteisuuden takia erittäin altis myöhästymisille etenkin, jos on tunnin vuoroväli	Nopeusero Express-junan kanssa tuo haasteita etenkin Salon ja Lohjan lähijunille	Rantaradan IC-junan häiriöt heijastuvat helposti lähijuniin suuren junamäärän ja tiiviiden junavälien takia
Helsingin raiteistonkäyttö	Tehokas (4 laituria, Kirkkonummen ja Siuntion lähijunat voivat ajaa samassa kalustokierrossa), ei aikataulunmukaisia ristiinajotilanteita vaihdealueella			

IC-junien ajattaminen Karjaan kautta nostaa selvästi liikennöintikustannuksia ja kasvattaa matkustajien aikakustannuksia. Näin ollen vaihtoehto on yhteiskuntataloudellisesti selkeästi perusvaihtoehtoa 1 heikompi. ESA-radon matkustus vähenisi selvästi enemmän kuin mitä Karjaan kautta kulkeva matkustus lisääntyisi. Kaukojunan puuttuva pysähdys Salo–Espoo-välillä luo tarvetta lisätä ESA-radalle ainakin ruuhka-aikana uusia lähijunavuoroja. Rantaradan Helsinki–Turku-kaukojunan olisi tarkoituksenmukaista pysähtyä Leppävaaran ja Karjaan välillä useammin, esimerkiksi Espoossa ja Kirkkonummella, mutta tätä ei pystytäkään toteuttamaan aikatauluteknisesti tehokkaalla tavalla. Junavuorojen lisäämisessä ratakapasiteetin riittävyyden kannalta ongelmallisinta on Helsinki–Espoo-osuus. Tällä välillä junamäärä pysyy samana ja se jakautuisi vaihtoehdon 2 tilanteita epätasaisemmin, mikä kokonaisuutena lisäisi häiriöherkkyttä.

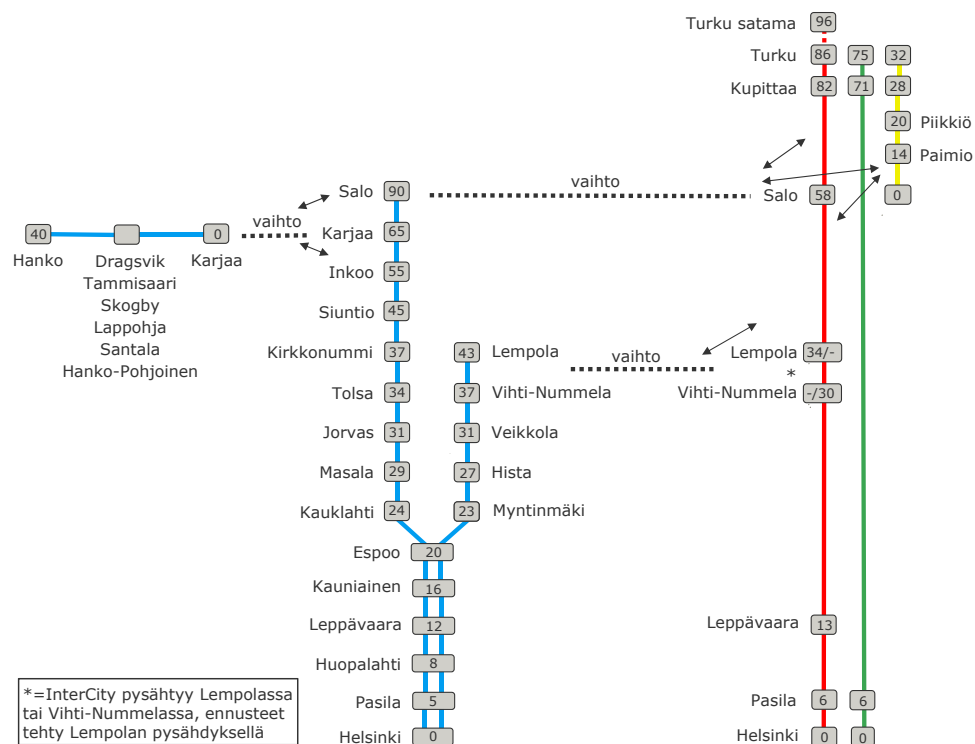
6.5 Vaihtoehto 4: Helsingistä 7 junaa/h/suunta ja Turun lähijunaliikenne

6.5.1 4a Erillinen Salo–Turku-lähijunaliikenne

Vaihtoehtoissa 4a ja 4b lisätään vaihtoehtoon 1a kaksi tunnitista edestakais- ta lähijunaa Turku–Salovälille. Vaihtoehdossa 4a lähijunat ajavat Turku–Saloväliä. Vaihtoehdossa 4b Turun lähijuna jatkaa Karjaalle ja Helsingin lähijuna Karjaalle. Kysyntäanalyyseissä kuvataan vain Turun lähijunaliikenteestä syntyviä eroja vaihtoehtoon 1a verrattuna, ja muilta osin kysyntäennuste säilyy vaihtoehdon 1a mukaisena. Turun ja Salon välillä lähijunien pysähdyspaikat ovat Kupittaa, Piikkiö ja Paimio. Näin ollen Piikkiöstä ja Paimiosta syntyy Salon kautta vaihdollinen jatkoyhteys Helsingin suuntaan. Vaihtoehtoon 4a junamäärät on esitetty kuvassa 45 ja matka-ajat kuvassa 46.



Kuva 45. Junamäärät vaihtoehdossa 4a.

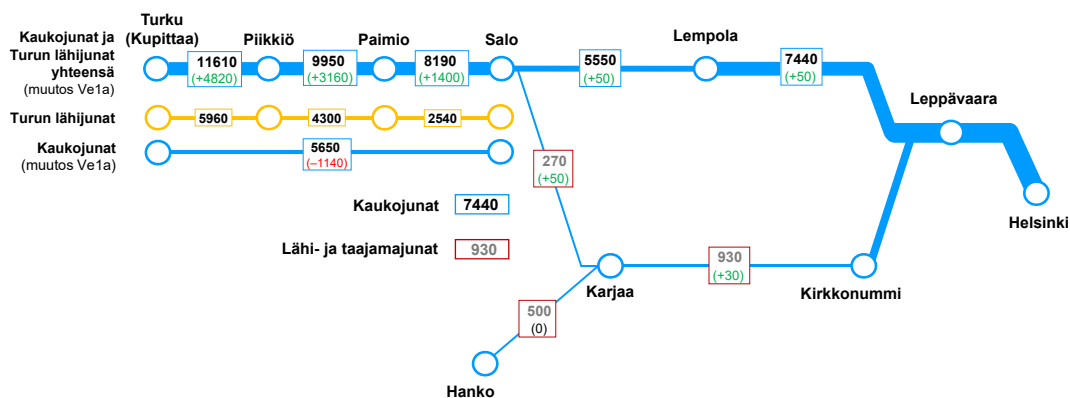


Kuva 46. Matka-ajat vaihtoehdossa 4a.

Matkustajakysynnän ennuste

Työssä käytetty valtakunnallinen liikennemalli on varsin karkea menetelmä Turku–Salo-lähijunaliikenteen arviointiin. Lähiliikennekäytävän maankäyttö ja liikennejärjestelmä tulisi suunnitella lähijunaliikenteen lähtökohdista, jotta lähijunaliikenteen kysyntä ja vaikutukset kyettäisiin luotettavammin arvioida. Näistä syistä esitettävät matkustajamäärät ja vaikutukset ovat hyvin suuntaa-antavia.

Lähijunien kuormitus on ennusteen mukaan suurimmillaan Piikkiön ja Turun välillä, noin 6 000 matkustajaa vuorokaudessa (Kuva 47). Junamatkustajien kokonaismäärä tällä jaksolla kasvaa noin 4 800 matkustajalla vuorokaudessa verrattuna perusvaihtoehtoon 1. Kaukojunien matkustajamäärä vähenee tällä jaksolla noin 1 200 matkustajalla vuorokaudessa. Kuvassa vuorokausitason luvut on ilmoitettu Hangon radan osalta väliltä Karjaa–Tammisaari sekä Karjaalta itään väliltä Karjaa–Inkoo.



Kuva 47. Vaihtoehtoon 4a kaukoliikennereittien matkustajamäärät vuorokausitasolla, molemmat suunnat yhteensä sekä muutos vaihtoehtoon 1a verrattuna.

Salon ja Paimion välillä lähijunien matkustajamäärä on noin 2 500 matkustajaa vuorokaudessa. Näistä noin puolet on siirtymää kaukojunista ja noin puolet uusia junamatkustajia.

Piikkiöstä ja Paimiosta matkustetaan eniten Turkuun ja Saloon, mutta uusien yhteyksien myötä IC-juniin tulee päivässä noin 50 uutta matkustajaa Salosta Helsingin suuntaan. Muun Helsinki–Turku-ratakäytävän kauko- ja lähijunaverkoston matkustajamääriin Turun lähijunaliikenteellä ei ole merkittävää vaikutusta.

Vaikutukset matkustajahyötyihin ja liikennöintikustannuksiin

Salo–Turku-lähijunaliikenne lyhentää erityisesti Paimion ja Piikkiön joukko-liikenteen matka-aikoja sekä Turun että Helsingin suuntaan (Taulukko 20). Erityisen paljon hyötyy Paimio, joka sijaitsee kauempana Turusta. Hyötyjä kasvattaa se, että Turun moottoritietä kulkevat linja-autot palvelevat melko huonosti kauemmas jääviä keskusta-alueita, kun puolestaan juna pysähtyy keskustojen tuntumassa.

Taulukko 20. *Vaihtoehtoon 4a laskennallisen matka-ajan muutokset minuutteina Vaihtoehtoon 1a verrattuna. Laskennallinen matka-aika sisältää myös vuorotiheydestä riippuvan laskennallisen odotusajan (16 % vuorovälistä).*

Ve4a, muutos					
vrt. Ve1a	Karjaa	Salo	Turku	Piikkiö	Paimio
Helsinki	0	0	0	-22	-56
Leppävaara	0	0	0	-20	-62
Espoo	0	0	0	-23	-62
Hista	0	0	0	-22	-61
Vihti-Nummela	0	0	0	-22	-37
Lempola	0	0	0	-28	-62
Kirkkonummi	0	0	-1	-46	-62
Siuntio	0	0	-17	-51	-62
Karjaa	0	0	-4	-37	-62
Hanko	0	0	-4	-37	-62
Salo	0	0	-4	-33	-36
Kaarina	-8	-8	0	0	-16
Turku	-4	-4	0	-16	-34
Piikkiö	-32	-31	-13	0	-22
Paimio	-42	-26	-25	-10	0

Vaihtoehto kasvattaa lähijunaliikenteen kilometrisuoritetta noin 1,1 miljoonaa junakilometriä vuodessa. Hankearviointiohjeistuksen yksikkökustannuksilla tämä merkitsisi liikennöintikustannusten kasvua noin 6,4 miljoonalla eurolla vuodessa. Liikennöintikustannusten kasvun arvo 30 vuodelta diskontattuna on noin 122 miljoonaa euroa. Valtakunnallisella liikennemallilla karkeasti arvioituna matkustajien aikahyödyt kasvavat noin 80 000 tunnilla vuodessa. Aikasuorite-muutoksen rahallinen arvo on noin 0,8 miljoonaa euroa vuodessa. Aika-kustannusten säästö 30 vuodelta diskontattuna olisi noin 17 miljoonaa euroa. Tämän karkean tarkastelun perusteella Turku–Salo -lähiliikenne ei siis välttämättä ole yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa.

Käytetty valtakunnallinen liikennemalli ei kuitenkaan ole riittävän yksityiskohtainen Turun lähijunaliikenteen matkustajahyötyjen arviointiin. Liikennemallin aluejako tulisi olla tiheämpi ja muu liikennejärjestelmä linja-auto-yhteyksineen yksityiskohtaisemmin kuvattu. Lähiliikennekäytävän maankäyttö ja liikennejärjestelmä tulisi suunnitella lähijunaliikenteen lähtökohdista, jotta lähijunaliikenteen vaikutukset ja kustannustehokkuus voitaisiin arvioida luotettavammin.

Aikataulurakenteen analyysi

Kaksi tunnittaista lähijunaa mahtuvat rataverkolle muiden junien aikataulujen säilyessä ennallaan vaihtoehtoon 1a verrattuna. Lähijunasta muodostuu Salossa kahdeksan minuutin vaihto-aika Helsinkiin menevään IC-junaan ja toisin päin. Salossa junien kääntöaika on yhdeksän minuuttia ja Turussa 12–22 minuuttia. Liikenne voidaan hoitaa kolmella kalustokokoonpanolla, jos käytetään vuorotellen 25 minuutin ja 35 minuutin vuoroväliä tasaisen 30 minuutin vuorovälin sijaan. Täysin tasainen vuoroväli ja Salon sujuvan vaihtoyhteyden säilyttäminen vaatisivat neljättä kalustokokoonpanoa. Kolmen kalustokokoonpanon vaihtoehtossa Turku–Salo-lähijunat varaisivat kerrallaan vain yhden laiturin niin Salossa kuin Turussa. Neljäs kokoonpano kasvattaisi kääntöaikojen

ohella laituritarvetta. Kolmen kokoonpanon heikkoutena on, että molemmat lähijunat kulkisivat melko lähellä IC-junia ja Salo–Turku-osuudella jäisi tunnin sisälle 35 minuutin vuoroväli useammasta tunnittaisesta junasta huolimatta. Karjaa–Salon linjalle voidaan järjestää vaihto tehokkaasti vain kaukojunasta. Piikkiöstä ja Paimiosta vaihtoaika Salossa Karjaan junaan ja toisin päin olisi 22 minuuttia.

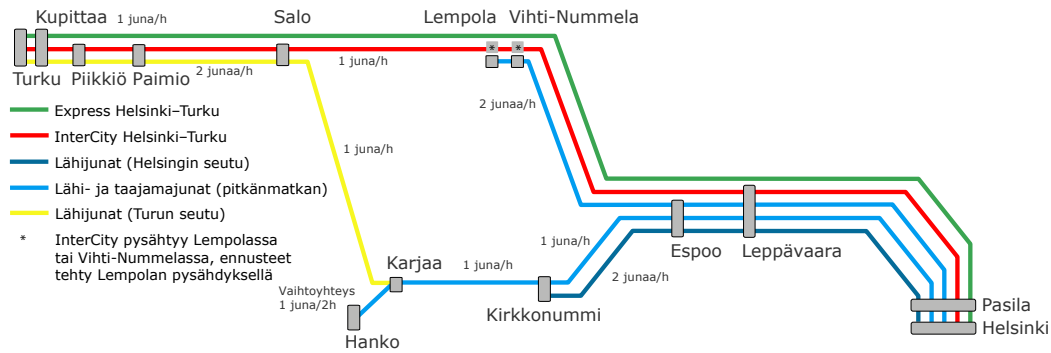
Lähijunien tasaisempi, noin 30 minuutin vuoroväli kolmella kokoonpanolla voi olla mahdollinen myös, jos lähijunan matka-aikaa voidaan lyhentää noin 2–3 minuutilla. Tämä voi olla mahdollista, sillä IC-junan aikataulu sisältää runsaasti pelivaraa Kupittaa–Salon osuudella, ja lähijunan matka-aika Turusta Saloon on neljä minuuttia kaukojunaa hitaampi. Piikkiön ja Paimion pysähdys on varattu aikaa kaksi minuuttia, mutta Kupittaan välipysähdys on mahdollista tehdä lähijunalla kaukojunaa nopeammin. Mikäli Turun lähijunien halutaan pysähtyvän merkittävästi useammalla asemalla Paimion, Piikkiön ja Kupittaan lisäksi, tarvitaan neljäs lähijunakokoonpano (Taulukko 21). Neljälläkin kokoonpanolla todennäköisesti vain joka toinen lähijunista voi olla tiheästi pysähtyvä, jotta molemmat kaukojunat mahtuvat radalle ilman hidastamisia. Molempien Turun lähijunien ajaminen useammilla välipysähdyksillä todennäköisesti vaatisi kaukojunien aikataulumuutoksia siten, että niiden keskinäiset tulo- ja lähtöajat eli noin 30 minuutin väli, olisivat tasaiset Helsingin sijaan Turun päässä. Ratkaisun myötä IC-junien pitkä, noin tunnin kääntöaika siirtyisi Turusta Helsinkiin, mikä on tehoton ratkaisu Helsingin laiturinkäytön kannalta. Todennäköisesti matkustajakysyntä on suurempi, jos kaukojunien vuoroväli on tasainen Helsingin päässä.

Taulukko 21. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö (vaihtoehto 4a).

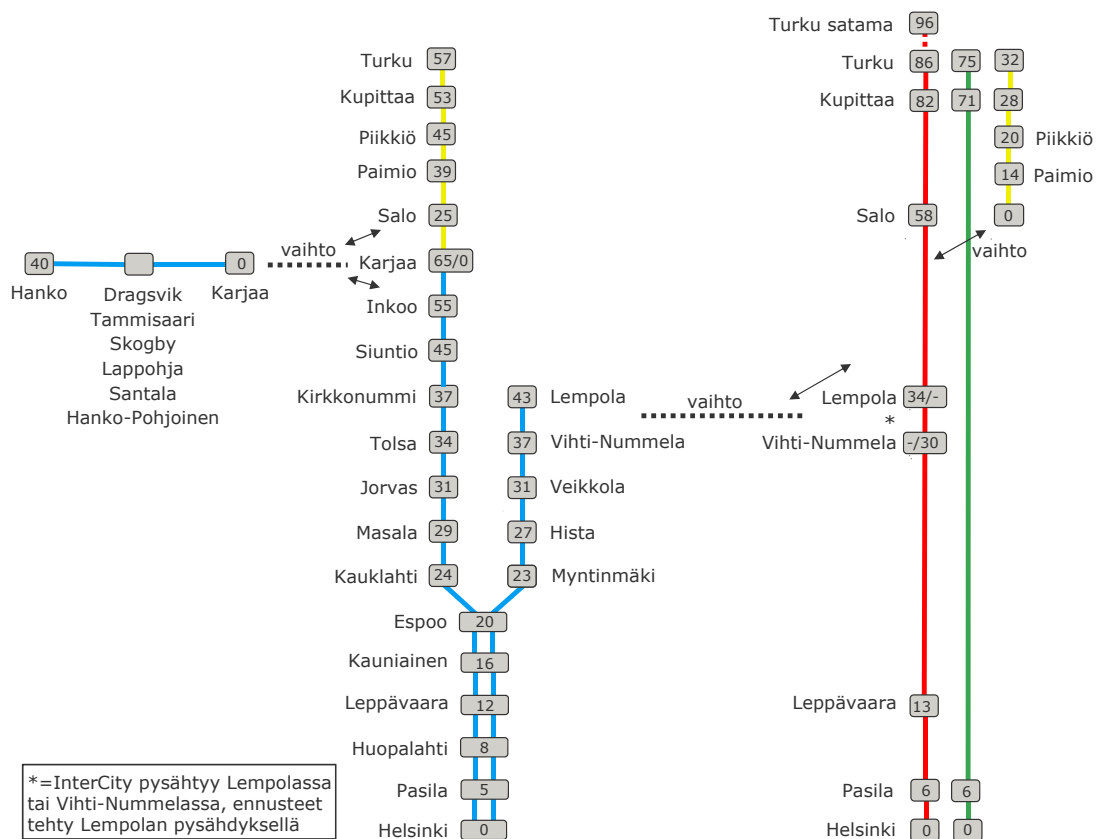
Kuvaus	Kalustokokoonpanojen määrä	Laituritarve, Helsinki
Express, Helsinki–Turku	4	1
IC, Helsinki–Turku	3	
Lähijuna, Helsinki–Lempola	4	1
Lähijuna, Helsinki–Kirkkonummi/Salo*	7	1
Lähijuna, Turku–Salon	3	0
Lähijuna, Hanko–Karjaa	1	0
*Erillisillä kalustokierroilla 2 laituria ja 8 kalustokokoonpanoa.		

6.5.2 4b Turun lähijunien ajaminen Karjaalle asti

Vaihtoehdon 4b junamäärät on esitetty kuvassa 48 ja matka-ajat kuvassa 49. Erona edelliseen vaihtoehtoon 4a verrattuna, tässä vaihtoehdossa Karjaa–Salon välin liikenne hoidetaan ajamalla Turku–Salon lähijuna Karjaalle asti, eli Helsingin suunnasta lähijuna ajetaan vain Karjaalle asti.



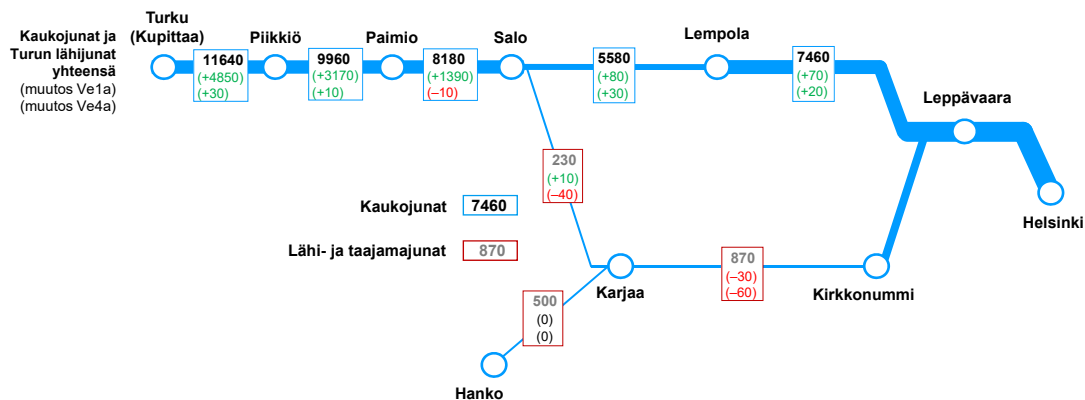
Kuva 48. Junamäärät vaihtoehdossa 4b.



Kuva 49. Matka-ajat vaihtoehdossa 4b.

Matkustajakysynnän ennuste

Vuoden 2050 ennustettu matkustajakysyntä säilyy vaihtoehtoon 4a verrattuna lähes muuttumattomana, jos Karjaan ja Salon väli operoidaan Helsingistä tulevan lähijunan sijaan Turusta tulevalla lähijunalla. Lähijunien ja kaukojunien kokonaiskysyntä Salosta Turkuun kasvaa 11 610 matkasta 11 640 matkaan, ja vastaava 20–30 matkan lisäys tulee myös kaukojuniin Salosta Lempolaan ja edelleen Helsinkiin. Suora lähijunayhteys Karjaalta Saloon ei vaikuta nostavan Salon ja Karjaan välisiä matkustajamääriä vaihtoehtoon 4a verrattuna, vaan ne laskisivat hieman. Kuvassa 50 vuorokausitason luvut on ilmoitettu Hangon radan osalta väliltä Karjaa–Tammisaari sekä Karjaalta itään väliltä Karjaa–Inkoo.



Kuva 50. Vaihtoehdon 4b kaukoliikennereittien matkustajamäärät vuorokausitasolla, molemmat suunnat yhteensä (suluissa muutos vaihtoehtoihin 1a ja 4a).

Vaikutukset matkustajajhyötyihin ja liikennöintikustannuksiin

Vaihtoehdossa 4b yhteydet Karjaalta ja Hangosta ovat Turun suuntaan hieman paremmat verrattuna (Taulukko 22) vaihtoehtoon 4a, koska matkustajilla ei ole junan vaihtoa Salossa. Toisaalta yhteydet Kirkkonummelta ja Siuntioista Saloon ovat huonommat, koska juna tulee vaihtaa Karjaalla.

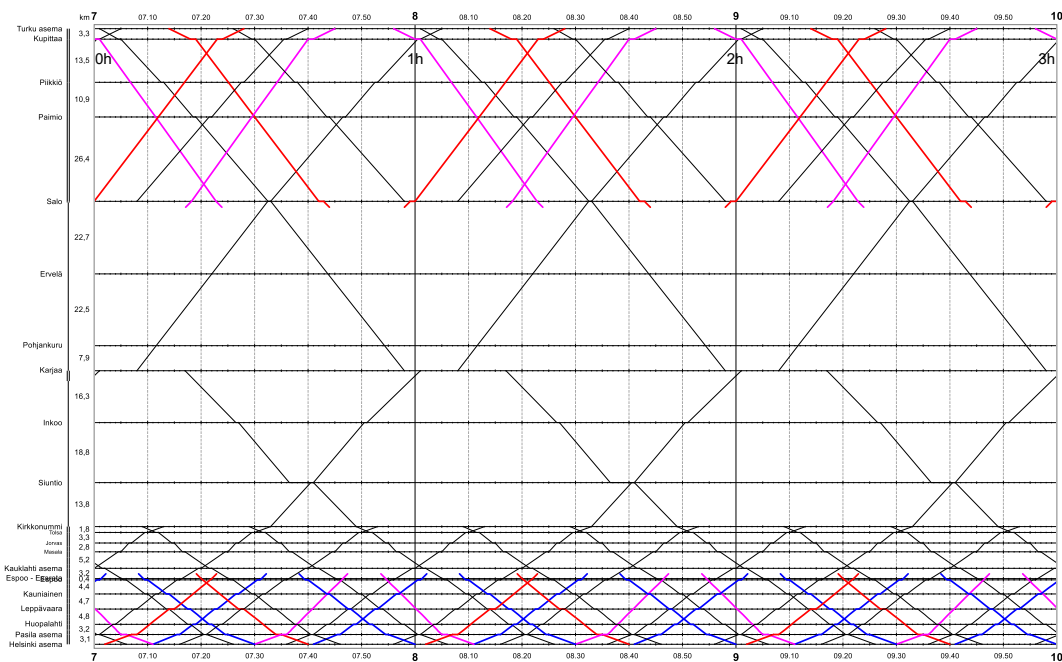
Taulukko 22. Vaihtoehdon 4b laskennallisen matka-ajan muutokset minuutteina Vaihtoehtoon 1a verrattuna. Laskennallinen matka-aika sisältää myös vuorotiheydestä riippuvan laskennallisen odotusajan (16 % vuorovälistä).

Ve4b, muutos vrt. Ve1a	Karjaa	Salo	Turku	Piikkiö	Paimio
Helsinki	0	0	0	-22	-56
Leppävaara	0	-9	0	-30	-72
Espoo	0	-7	0	-22	-69
Hista	0	-9	0	-22	-70
Vihti-Nummela	0	-9	0	-22	-47
Lempola	0	0	0	-28	-62
Kirkkonummi	0	15	1	-41	-58
Siuntio	0	10	2	-46	-58
Karjaa	0	0	-6	-42	-67
Hanko	0	0	-6	-42	-67
Salo	0	0	-4	-33	-36
Kaarina	-13	-8	0	0	-16
Turku	-6	-4	0	-16	-34
Piikkiö	-37	-31	-13	0	-22
Paimio	-47	-26	-25	-10	0

Kilometri- ja aikasuoritemuutokset ovat lähes samat kuin vaihtoehdossa 4a. Poikkeuksina matkustajien aikahyödyt kasvavat noin 100 000 tunnilla vuodessa (vaihtoehto 4a 80 000) ja aikasuoritemuutoksen rahallinen arvo on noin 1,0 miljoonaa euroa vuodessa (vaihtoehto 4a 0,8 miljoonaa euroa). Aikakustannusten nousu ilman liikennöintikustannusmuutoksia 30 vuodelta diskontattuna olisi 22 miljoonaa euroa (vaihtoehto 4a 17 miljoonaa euroa). Vaihtoehdon 4a tavoin liikennemallia tulisi kehittää tarkempien matkustajaennusteiden, kannattavuusarvioiden ja hyötyjen laskemiseksi.

Aikataulurakenteen analyysi

Kuvattu Turun seudun lähijunaliikenne Karjaan jatkeen kanssa on mahdollista hoitaa neljällä kalustokokoonpanolla, mikäli Turun ja Salon välillä käytetään vaihtoehdon 4a tavoin lähijunilla 25 minuutin ja 35 minuutin vuorovälejä. Samat junat ajavat niin Turusta Karjaalle kuin Saloon ja kääntöajat ovat Turussa 21 minuuttia, Salossa 10 minuuttia ja Karjaalla 10 minuuttia. Turku–Salo-välillä lähijuna voidaan ajaa ennen IC-junaa ja toisessa suunnassa IC-junan perään, jotta Piikkiöstä ja Paimiosta Salossa Helsinkiin muodostuu sujuva vaihtoyhteys (Kuva 51). Viidennellä kalustokokoonpanolla eli yhdellä lisäjunalla voidaan tasoittaa Salo–Turku-vuoroväli 30 minuuttiin.



Kuva 51. Vaihtoehdon 4b aikataulujen graafinen esitys Rantaradalta.

Aikataulugrafiikassa on kuvattu Karjaan osalta tilanne, jossa Helsinki–Karjaalähijunat kohtaisivat Siuntiossa. Tällöin Turun lähijunalta Karjaalla vaihto aika Helsinkiin on 19 minuuttia ja toisin päin seitsemän minuuttia. Hanko–Karjaayhteyden on oletettu olevan vaihdollinen. Mikäli Helsinki–Karjaajunat kohtaisivat Karjaalla eli Kirkkonummi–Karjaavälillä ei olisi aikataulunmukaisia juna-kohtaamisia, kääntöaika Karjaalla olisi tunnin. Karjaan suunnan junien aikatauluperiaatteet voivat muuttua merkittävästi, jos Helsingin suunnasta lähijunat Hankoon liikennöidään jatkossa ilman Karjaan vaihtoa. Kalustotarvetarkastelu on taulukossa 23.

Taulukko 23. Kalustokierto ja Helsingin laiturinkäyttö (vaihtoehto 4b).

Kuvaus	Kalustokokoonpanojen määrä	Laituritarve, Helsinki
Express, Helsinki–Turku	4	1
IC, Helsinki–Turku	3	
Lähijuna, Helsinki–Lempola	4	1
Lähijuna, Helsinki–Kirkkonummi/Karjaa*	6	1
Lähijuna, Karjaa/Salo–Turku	4	0
Lähijuna, Hanko–Karlja	1	0
*Erillisillä kalustokierroilla 2 laituria ja 7 kalustokokoonpanoa.		

6.5.3 Yhteen veto

Taulukko 24. Yhteen veto vaihtoehtojen 4a ja 4b vahvuuksista ja heikkouksista.

	Ve4a Erillinen Salo–Turku-lähijunaliikenne	Ve4b Turun lähijunien liikennöinti Karjaalle
Junamäärä (juna/h/suunta)	2 (Salo–Turku) 1 (Karjaa–Salo, Helsinki–Salo-lähijunalla)	2 (Salo–Turku) 1 (Karjaa–Salo, Karjaa–Turku-lähijunalla)
Kysyntäennuste (2050, arkipäivä, suunnat yhteensä)	Piikkiö–Kupittaa, lähijunat 5960 Salo–Kupittaa, kaukojunat (ero Ve1a) 5650 (–1140) Lohja–Salo (ero Ve1a) 5550 (+50) Karlja–Salo (ero Ve1a) 270 (+50)	Piikkiö–Kupittaa, lähijunat 5990 Salo–Kupittaa, kaukojunat (ero Ve1a) 5650 (–1140) Lohja–Salo (ero Ve1a) 5580 (+80) Karlja–Salo (ero Ve1a) 230 (+10)
Matkustaja-potentiaali	Ei välttämättä itsekannattava, tarkempi arvio vaatisi liikennemallin paikallista tarkentamista sekä maankäytön ja liikennejärjestelmän tarkkaa suunnittelua	
Kalustokierron tehokkuus	Tehokas ja nopeat kääntöajat molemmissa päissä, täysin tasainen 30 minuutin vuoroväli Salo–Turku-välillä vaatii yhden lisäkalustokokoonpanon	
Häiriöherkkyys	Kaukojunien välissä kulkeva on lähijuna herkempi häiriöille. Salon lyhyt kääntöaika ei salli suuria viivästymisiä, vaikka Salon vaihtoaajoissa on pelivaraa.	Kaukojunien välissä kulkeva on lähijuna herkempi häiriöille. Karljaan lyhyt kääntöaika herkkä häiriöille, vaikka Karljaan vaihtoaajoissa on pelivaraa.
Muu junaliikenne	Kuten vaihtoehto 1a	Kuten perusvaihtoehto, Rantaradan junakohtaaminen Siuntiossa/Inkoossa

Valtakunnallisen liikennemallin avulla tehdyn tarkastelun mukaan Turun ja Salon välillä kahdesti tunnissa kulkeva lähijunaliikenne toisi Turun ja Salon väliin juniin suurimmillaan vajaa 5 000 uutta matkustajaa vuorokaudessa. Tehty tarkastelu vaihtoehtoisissa 4a ja 4b on kuitenkin yleispiirteinen ja tarkempi analyysi edellyttäisi muun muassa käytävän maankäytön ja liikennejärjestelmän tarkempaa suunnittelua sekä liikennemallin paikallista tarkentamista. Kysyntäennusteen tarkentaminen edellyttää myös aikataulurakenteen suunnittelun reunaehtojen täsmentämistä muun muassa käytettävien kalustokokoonpanojen määrästä ja priorisoitavista jatkoyhteyksistä. Karkean tarkastelun perusteella Turku–Salo-lähiliikenne ei välttämättä ole yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa. Aikatauluteknisesti uudet lähijunat mahtuvat kaksiraiteiselle radalle, mutta operoinnin tehokkuus ja Salon pään vaihtoyhteyksien toimivuus voivat vaatia tasaisesta 30 minuutin vuorovälistä joustamista. Jos Turku–Salo-välille tulee lähiliikennettä ja Salo–Karlja-väli halutaan pitää liikennöitynä, on matkustajajhyötyjen kannalta todennäköisesti hieman parempi ratkaisu hoitaa liikenne Turku–Karlja-linjalla kuin Salo–Helsinki-linjalla.

6.6 Yhteenveto ja vaikutukset liikennejärjestelmään

Taulukko 25. Vaihtoehdot palvelutarjonnan ja liikennöitävyyden kannalta.

Rataosa ja arvioitava asia		Ve1a+1b	Ve2a+2b+2c	Ve3	Ve4a+4b
		2 junaa Turku (IC & Express), 2 junaa Lempola, 3 junaa Kirkkonummi	Kuten Ve1a, + 2 junaa Helsinki–Hista +1 juna Helsinki–Kirkkonummi	Kuten Ve2, mutta IC-juna oikoradan sijaan Rantaradalla	Kuten Ve1a, + Turku–Salolähijunaliikenne
Helsinki–Turku (ESA-rata)	Palvelutarjonta	Vuorotiheys ja nopeutuminen kasvattavat kysyntää nykytilanteesta		Kysyntää vähemmän kasvattava ratkaisu, etenkin Helsinki–Salopalvelu heikentyy	Vuorotiheys ja nopeutuminen kasvattavat kysyntää
	Matkustuskysyntä	1 kaukojuna/h todennäköisesti riittää ruuhkan ulkopuolella		Karjaan kysynnän kasvu ei kata Lohjan reitin kysynnän laskua	Turun lähiliikenne lisää Salo–Turku-välin kysyntää
	Liikennöitävyys	ESA-rata mahdollistaa selvästi nykyistä tehokkaamman aikataulurakenteen, mutta junamäärän kasvu ja Express-junan hidastaminen voivat kasvattaa Express-junan kalustotarvetta, Helsingin kääntöajat rajalliset			
Lohjan suunnan lähijunat	Palvelutarjonta	Ruuhkassa 2 junaa/h ei riitä	Lisäliikenne parantaa Helsinki–Hista-palvelua ja tasaa Lohjan kuormitusta	Tarjonta ei riitä, koska Lohjalta puuttuu kaukojunapysähdys	Ruuhkassa 2 junaa/h ei riitä
	Matkustuskysyntä	Suurimpien kasvuskenaarioiden toteutuminen lisää koko ratakäytävässä erittäin voimakkaasti kysyntää, etenkin Espoo–Lohja-välillä			
	Liikennöitävyys	Pitkät kääntöajat Lohjalla ehkäisevät häiriöalttiutta	Pitkät kääntöajat Lohjalla ja Histassa vähentävät ja suuri kokonaisjunamäärä lisää häiriöalttiutta	Toimivat kääntöajat, nopeusero (Express/Salon lähijuna) ja suuri kokonaisjunamäärä lisäävät häiriöalttiutta	Pitkät kääntöajat Lohjalla ehkäisevät häiriöalttiutta
Kirkkonummen lähijunat	Palvelutarjonta	Junatarjonta riittävä (ruuhka-aikana saatetaan tarvita pitkiä kokoonpanoja) Lähijunien tasaisen vuorovälin mahdollinen rikkominen lisää kuormituseroja ja todennäköisesti vähentää hieman kokonaiskysyntää			
	Matkustuskysyntä	Matkustajakysyntä kasvaa, mutta todennäköisesti Lohjan suuntaa hitaammin Osalla asemista matkustajamäärät ovat pieniä			
	Liikennöitävyys	Osin pitkät kääntöajat	Osin pitkät kääntöajat, junamäärän kasvu lisää häiriöalttiutta	Suuri kokonaisjunamäärä ja Rantaradan IC-juna lisäävät häiriöalttiutta	Osin pitkät kääntöajat
Kirkkonummi–Karjaa–Salolähijunat	Palvelutarjonta	Palvelutarjonta (1 juna/h/suunta) on erittäin tiheä ruuhkapiikkien ulkopuolella, etenkin Karjaa–Salovälillä (Ve1b Salosta Karjaalle ei liikennettä)			
	Matkustuskysyntä	2 h vuoroväli (Karjaa–Saloharvempikin) 1 rungolla pääosin riittää, kasvunäkymät oikoratakäytävää hitaammat		Rantaradan kaukojuna kerää hieman Helsinki–Turkumatkustajia	Turun lähiliikenne tuo hyvin vähän lisää matkustajia
	Liikennöitävyys	Yksiraiteisuus ja osin nopeat käännot aiheuttavat häiriöalttiutta etenkin tunnin vuorovälillä		Häiriöherkyys lisääntyy koko Rantaradalla (ml. Helsinki–Espoo-väli)	Yksiraiteisuus ja nopeat käännot aiheuttavat häiriöalttiutta
Hanko–Karjaa	Palvelutarjonta	2 h vuoroväli on suppea sisäisen liikkuvuuden ja paikoin vähäisen bussiliikenteen kannalta, mutta vaihtojärjestely Karjaalla Helsingin ja Turun suuntiin on tehokas			
	Matkustuskysyntä	Kysynnässä on osin voimakkaita vaihteluja, mutta kiskobussin kapasiteetti pääosin riittää			
	Liikennöitävyys	Yksiraiteisuus, harvat kohtauspaikat ja mahdollinen tavaraliikenteen kasvu (sähköistys) aiheuttavat häiriöalttiutta, kääntöajat riittävät (2 h kierros aika)			

Erittäin hyvä Hyvä Tyydyttävä Kohtalainen/heikko

Tässä selvityksessä on tarkasteltu Helsinki–Turku-käytävän junaliikenteen kysyntäpotentiaalia Espoo–Turku-oikoradan (ESA-rata) valmistumisen jälkeisessä tilanteessa. Vertailu tarkastelluista vaihtoehtokokonaisuuksista 1–4 on kuvattu taulukossa 25.

Rajauksesta johtuen kysyntäennusteet on laadittu olettaen Intercity-junan Leppävaara–Salo-välin kaukojunapysähdysten tapahtuvan Lempolassa. Pysähdyspaikan siirtäminen Vihti-Nummelaan ei karkean tarkastelun perusteella muuttaisi keskeisiä johtopäätöksiä ennustetuista kokonaismatkustajamääristä. Kauko- ja lähiliikenteen yhteisen aseman (Vihti-Nummela/Lempola) kokonaismatkustajamäärän ennustamiseen kysyntämalleilla liittyy epävarmuutta, sillä muun muassa tiedot lippu- ja maksujärjestelmästä, eri junatyyppejen hinnoittelusta ja liityntäliikenteen laajuudesta puuttuvat.

Vaikutukset liikennejärjestelmään yleisesti

Turun ja Helsingin välillä junien matka-ajat lyhentyisivät ESA-radan avaamisen myötä noin 25–45 minuutilla nykyisistä matka-ajoista noin 75–86 minuuttiin. Laadittujen ennusteiden perusteella kaukojunissa (1 Express-juna ja 1 IC-juna tunnissa) tehtäisiin arkivuorokauden aikana Turun ja Salon välillä 6800, Salon ja Lohjan välillä noin 5500 sekä Lohjan ja Leppävaaran/Helsingin välillä noin 7400 junamatkaa vuorokaudessa vuonna 2050 alueiden väestöskenaarioihin pohjautuen.

Tässä työssä matkustajamäärät on ennustettu syksyn keskimääräisen arkivuorokauden ja sen eri liikennetilanteiden osalta (aamuruuhka, keskipäiväliikenne, iltapäiväruuhka). Mikäli matkustusmäärät olisivat keskimäärin samat vuoden jokaisena päivänä, arvio vuotuisista matkamääristä vuonna 2050 Turku–Salo-välillä olisi noin 2,5 miljoonaa, Salo–Lohja-välillä noin 2,0 miljoonaa ja Lohja–Leppävaara/Helsinki-välillä noin 2,7 miljoonaa kaukojunamatkaa. Turku–Salo-välin matkamääräarviot eivät tässä sisällä erillistä lähijunaliikennettä, joka tulosten perusteella kasvattaa Turku–Salo-välin kokonaismatkustajamäärää merkittävästi. Arviot sisältävät oletuksen kahdesta tunnittaisesta kaukojunasta (Express ja Intercity). Vuonna 2019 Turku–Karjaa-välillä tehtiin noin 1,46 miljoonaa ja Karjaa–Helsinki-välillä noin 1,72 miljoonaa kaukojunamatkaa eli päivätasolle muutettuna Turusta Karjaalle keskimäärin noin 4000 ja Karjaalta Helsinkiin noin 4700 matkaa. Vuoden 2050 liikennemalliennusteessa Helsingin ja Turun kaupunkien välillä tehtävien junamatkojen määrä kasvaa nykyisestä noin 40 prosenttia. Uuden tutkimusmenetelmän sekä matkustuksen vuodenajoittaisen ja viikon sisäisen vaihtelun takia vuositason matkustajamääräarvio ei ole vertailukelpoinen aiempien vuositason ennusteiden kanssa, ja vuositason ennusteita on perusteltua täsmentää jatkosuunnittelussa.

Matkamäärällisesti suurin junamatkustuksen kasvu on saavutettavissa Espoo–Lohja-väliltä, mikäli uusien asemaseutujen ympäristön maankäyttö kehittyy voimakkaasti ja asemille luodaan tehokkaita liityntäyhteyksiä. Lempola–Hista–Helsinki-lähijunissa olisi Histan itäpuolella arkivuorokauden aikana keskimäärin jopa noin 25 000 matkustajaa vuonna 2050 ja vuositasolla jopa noin seitsemän miljoonaa matkustajaa (vuonna 2040 Tilastokeskuksen väestöennusteen mukaisesti arkivuorokaudessa noin 9000 ja vuodessa noin 2,5 miljoonaa). Luvut ovat erittäin riippuvaisia Espoo–Lohja-käytävän uusien asemaseutujen kehittymisen voimakkuudesta. Suurimman kasvun skenaariossa neljän tunnittaisen Hista–Helsinki-lähijunan välityskyky ei ole välttämättä riittävä ruuhka-aikana, jos junat ajetaan täysimittaisina nykyisellä kalustolla.

Kaukojunaliikenteen ja Espoo–Helsinki-välin ruuhkaisuuden takia uudelle ESA-radalle on haastavaa lisätä yli neljää tunnittaista lähijunaa. On kuitenkin todennäköistä, että kaikkien asemaseutujen maankäyttö ei kehity maksimiarvioiden mukaisesti vuoteen 2050 mennessä.

ESA-rata siirtäisi avautuessaan kysyntämallien perusteella lähes kaikki Turun seudun ja pääkaupunkiseudun väliset junamatkat uudelle Lohjan reitille nykyiseltä Rantaradan reitiltä nopean matka-ajan ja korkean palvelutason myötä. Karjaa–Salo-välillä junamatkoja tehtäisiin tiheään tarjonnan tilanteessa arkipäivisin vuonna 2050 noin 220, vuositasolla arviolta noin 70 000. Suppeamella vuorovälillä matkustajamäärät jäisivät todennäköisesti pienemmiksi.

Helsingistä Kirkkonummelle lähijunatarjonnan vuoroväliä tulee lisätä Helsingin seudun kasvun takia, Kirkkonummelta Karjaalle on mahdollista säilyttää noin tunnin vuoroväli muuttamalla yhteysväli kaukoliikenteestä lähiliikenteeksi ja Karjaalta Hankoon matkustajakysyntä perustelee vuorovälin säilyttämistä nykyisellä tasolla. Kirkkonummen ja Karjaan välinen junaliikenne edellyttää jatkossa todennäköisesti taloudellista subventiota. Lähiliikenteeksi muuttuva Karjaa–Helsinki-välin liikenne pidentäisi kokonaismatka-aikaa noin 10–15 minuutilla, mutta junien pysähdyspaikat lisääntyisivät merkittävästi nykyisestä. Liikenteen järjestämisen toimivaltakysymysten ja junien kuormituserojen vaihtelun perusteella junamatkat Karjaan suunnasta Helsinkiin saattavat vaatia yhden vaihdon, esimerkiksi Kirkkonummella.

Hanko–Karjaa-välin sähköistäminen avaa mahdollisuuksia ajaa suoria lähijunia Hangosta Helsingin suuntaan. Suora junaliikenne Hankoon on aikatauluteknisesti mahdollista, mutta se edellyttää kaikkien Karjaalta eri suuntiin kulkevien junien aikataulujen ja kalustokiertojen suunnittelemista uudelleen ja käytettävästä kalustosta riippuen mahdollisesti Hanko–Karjaa-välin seisakkeiden laiturien pidentämistä. Kirkkonummen ja Helsingin välillä on suuren kysynnän takia välttämätöntä ajaa ruuhka-aikana lähijunia kolmen yksikön (Sm5) kalustokokoonpanoilla, mutta Kirkkonummelta länteen matkustajat mahtuvat pääosin yhteen lähijunayksikköön. Yhdessä Dm12-kiskobussissa on noin 60 ja Suomessa liikennöivissä lähijunayksiköissä noin 200 istumapaikkaa. Junaliikenteen houkuttelevuuden näkökulmasta olisi hyvä, että junamatkat Hangosta ja Raaseporista Helsinkiin sisältävät enintään yhden vaihdon. Tässä selvityksessä Hangon radan kysyntäennusteet on laskettu olettaen Hanko–Karjaa-yhteys vaihdolliseksi Karjaalla ja Helsinki–Karjaa-yhteys vaihdottomaksi.

ESA-rata mahdollistaa myöhemmin myös Lohja–Salo-välin maankäytön kehittämisen, mitä tämän työn ennustetarkasteluissa ei ole huomioitu. Esimerkiksi Salon pitkän aikavälin rakennemallityössä on pidetty mahdollisena Turku–Salo-lähijunaliikenteen jatkamista pitkällä aikavälillä Salo–Muurla–Suomusjärvi–Lahnajärvi-välille ja edelleen mahdollisesti Lempolaan asti. Tekninen ratasuunnittelu mahdollistaa uusia asemapaikkoja myös Lempola–Salo-välillä, ja pitkällä tähtäimellä maankäytön voimakkaasti kehittyessä potentiaalia saattaa olla välipysähdyksiä sisältävälle lähijunaliikenteelle Lempola–Salo-välillä.

Vaikutukset linja-autoliikenteeseen

Ennusteissa ei ole käsitelty linja-autoliikenteessä mahdollisesti tapahtuvia muutoksia. Lohjalla ja Nummelassa junaliikenne vähentäisi todennäköisesti merkittävästi linja-automatrustusta Helsinkiin. Suoralle bussiliikenteelle Lohjalta ja Nummelasta Helsinkiin jäisi todennäköisesti yhä tarve tiheämmän pysäkkiverkoston ja osin eri reitin takia, mutta selvästi pienemmällä tarjonnalla. Liityntäliikenne Lohjan ja Vihdin eri alueilta uusille rautatieasemille ja linja-autoliikenteen kehittäminen junaliikenteeseen tukeutuen voivat luoda uutta linja-autoliikenteen markkinaa. Helsinki–Pori-bussiliikenteeseen vaikutukset olisivat erittäin vähäiset.

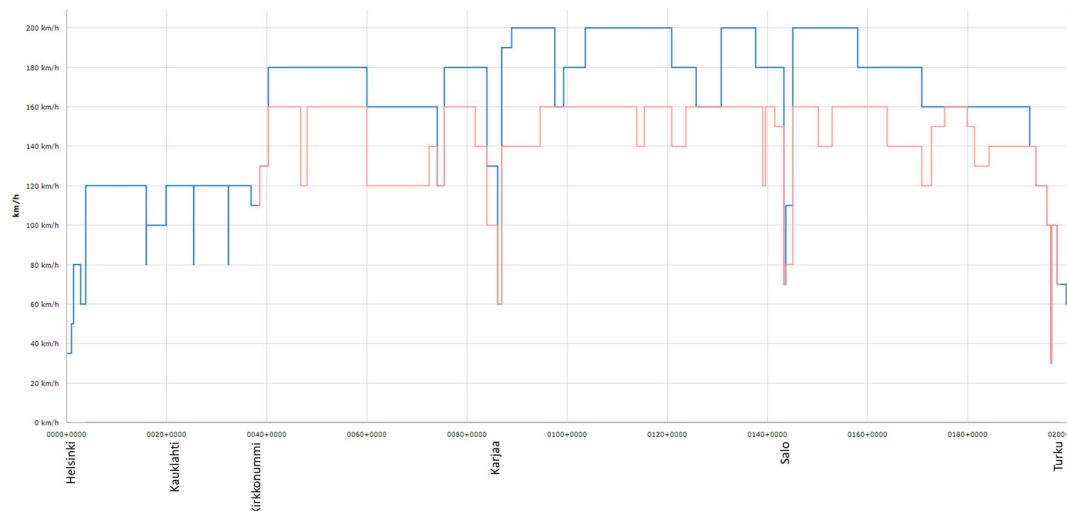
Helsingin ja Turun välillä oikorata muuttaisi merkittävästi junan ja linja-auton markkinaosuussuhteita junan vuorotarjonnan kasvaessa ja matka-ajan lyhentyessä selvästi. Linja-autojen kokonaistarjonta ESA-radon avautuessa voi laskea jonkin verran nykyisestä, mutta Helsinki–Turku-linja-autojen vuorotarjonnan laajuus on pitkälti kiinni myös joukkoliikenteen kokonaissuosion kehitymisestä kyseisellä välillä. Salon ja Turun välillä junan palvelutaso säilyy lähes nykyisellään, jos lähiliikennettä ei aloiteta. Salo–Turku-lähijunat veisivät todennäköisesti merkittävästi matkustajia Paimio/Piikkiö–Turku-seutubusseilta. Suoralle bussiliikenteelle jäisi todennäköisesti yhä tarve tiheämmän pysäkkiverkoston ja osin eri reitin (110-tie) takia, mutta pienemmällä tarjonnalla. Liityntäliikenne Piikkiössä ja Paimiossa ja linja-autoliikenteen kehittäminen junaliikenteeseen tukeutuen voivat luoda uutta linja-autoliikenteen markkinaa. Karjaa–Salon junaliikenteen väheneminen tai loppuminen lisää tarvetta linja-autoliikenteelle, mutta laaja linja-autotarjonta voi edellyttää julkista tukea. Väestön sijoittumisen ja tieverkon kannalta linja-autoliikenteen potentiaalisin reitti voi olla Turku/Salo–Tammisaari(–Karjaa/Hanko), eikä rautatielinjauksen tavoin Salo–Pohja–Karjaa-reitti. Keskeinen osa liityntäliikennejärjestelyjen kehittämistä on junan ja linja-auton yhteinen lipputuote, jolla matkaketjun käytöstä tehdään houkuttelevaa.

Euroopan laajuisessa TEN-T-ydinverkossa oikorata merkitsisi Helsinki–Turku-matka-aikojen lyhentymistä noin 30–45 minuutilla. Sama lyhentyminen koskee myös Helsinki–Vantaan lentoaseman ja Turun välisiä matkoja. Käyttäjän kannalta matkustuksessa Helsinki–Vantaan ja Turun välillä olennaista on, että kauko- ja lähijunamatkan voi hankkia yhdellä ostokerralla. Turussa junien ja linja-autojen yhteinen matkakeskus todennäköisesti sujuvoittaisi junien ja paikallisliikenteen välisiä matkaketjuja, sillä nykyään vain yksittäisiä paikallisliikenteen bussilinjoja kulkee Turun rautatieasemien ohi. Pääkaupunkiseudun, Salon ja Turun välisen linja-autoliikenteen toimintaedellytykset on tärkeää varmistaa etenkin junaliikenteen mahdollisina katveaikoina, kuten öisin. Aikatauluteknisten seikkojen eli Intercity-junan Turun asemalle jäävän pitkän kääntöajan perusteella junia on mahdollista liikennöidä nykyiseen tapaan Turun satamaan laivojen kulkuaikoina.

7 Nopeustarkastelut

7.1 Ajoaikatarkastelut nopeussimulointien avulla

Rantaradan nykyiset nopeusrajoitukset on esitetty kuvassa 52. Helsingin ja Kirkkonummen välillä junat liikennöivät enintään nopeudella 120 km/h. Muilla Rantaradan rataosuuksilla suurimmat sallitut nopeudet vaihtelevat tavanomaisella kalustolla kuten Intercityllä ajettaessa pääosin 140–160 km/h välillä. Kallistuvakorisisä junilla kuten Pendolinoilla suurimmat sallitut nopeudet ovat monilla osuuksilla suuremmat, korkeimmillaan 200 km/h. Ratageometrian puolesta suurimmat nopeudet voisivat olla osittain nykyistä korkeampia etenkin kallistuvakorisisä kalustolla, mutta muun muassa tunnelit ovat rajoitteena. (Väylävirasto 2019b.)



Kuva 52. Rantaradan suurimmat sallitut nopeudet, kallistuvakorinen kalusto sinisellä ja tavanomainen kalusto punaisella (Väylävirasto 2019b).

Uudella Espoo–Salu-oikoradalla ajoajat on määritetty simuloinnin avulla OpenTrack-ohjelmalla. Oikoradalla henkilöliikenteen sallittu nopeus on suurimmillaan 250 km/h, mutta ratageometria suunnitellaan nopeudelle 300 km/h. Taulukossa 26 on esitetty Espoo–Salu-oikorataosuuden simuloinnilla määritetyt ajoajat eri kalustotyypeillä ja kaluston eri huippunopeuksilla. Tarkastelut tehtiin sekä 92 prosentin että 96 prosentin ajoteholla. Simuloinnissa ajoteho tarkoittaa sitä, miten tehokkaasti juna kiihdyttää, jarruttaa ja ylläpitää nopeuttaan maksimitehoihin nähden. Pysähdyksen tuoma ajoajanlisä tarkoittaa ylimääräistä aikaa, joka kuluu siihen, että juna tekee oikorataosuudella välipysähdyksen ja välittömästi pysähtymisen jälkeen kiihdyttää takaisin huippunopeuteen. Ajoajanlisä ei siten sisällä matkustajapalveluun kuluvaan aikaan. Matka-aika saadaan lisäämällä ajoaikaan pelivara sekä mahdollisen pysähtymisen tuoma ajoajanlisä ja matkustajapalveluun kuluva aika. Kaupallista välipysähdystä varten on varattava asemaa kohden noin 1–2 minuuttia lisää aikaa matkustajien kyydistä jättöä ja kyytiin ottamista varten. Suomessa matkustajaliikenteessä Pendolino-kaluston huippunopeus on 220 km/h eli Pendolinojen simuloinnit nopeuksilla 250 km/h ja 300 km/h ovat luonteeltaan teoreettisia.

Taulukko 26. Simuloidut ajoajat Espoo–Salo-välillä, pysähdyksen tuoma ajoajanlisä ilman matkustajapalveluun kuluva-aikaa, sekä matka-ajat ilman pysähdykseen kuluva-aikaa.

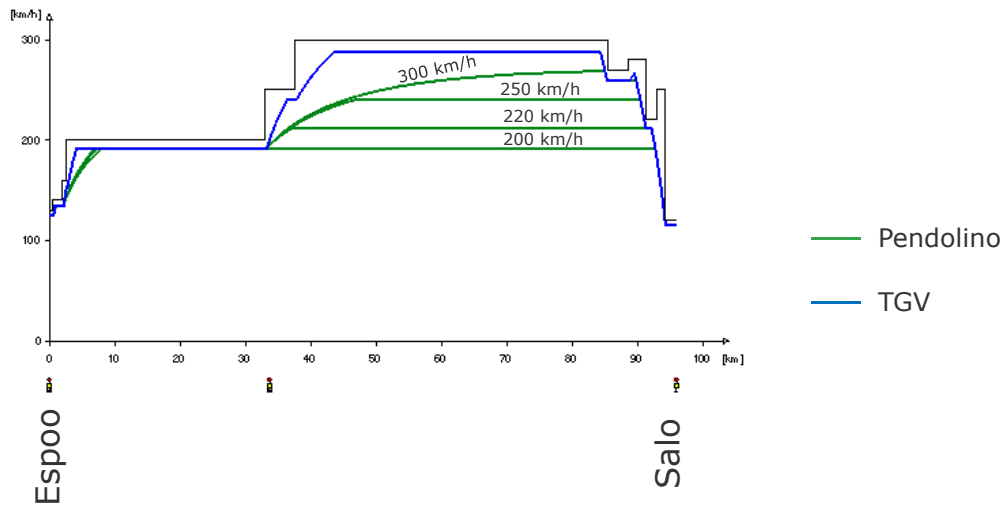
Nopeus ja kalusto	Ajoaika	Matka-aika (ajoaika + pelivara 5%)	Pysähdyksen aiheuttama ajoajanlisä	Ajoaika	Matka-aika (ajoaika + pelivara 10%)	Pysähdyksen aiheuttama ajoajanlisä
	Ajoteho 92 %			Ajoteho 96 %		
200 km/h Intercity, 4 vaunua	32:15	33:52	1:36	30:55	34:00	1:38
200 km/h Pendolino	32:22	33:59	2:08	31:03	34:09	2:11
220 km/h Pendolino	30:38	32:10	2:19	29:23	32:19	2:23
250 km/h Pendolino	28:47	30:13	2:34	27:41	30:27	2:37
300 km/h Pendolino	27:32	28:54	2:47	26:48	29:29	2:47
300 km/h TVG	26:26	27:45	2:03	25:23	27:55	2:04

Tämän työn aikataulutarkasteluissa käytettiin Express-junien ajoaikatulosta, joka vastaa Pendolinon 220 km/h huippunopeuden simulointitulosta. Express-junien simuloituun ajoaikaan on lisätty viiden prosentin pelivara. IC-junilla pelivarana käytettiin 10 prosenttia, sillä nopeinta Express-junaa voidaan olettaa priorisoitavan liikenteenohjauksessa. Lähes vastaavat tulokset Express-junien ajoajoista saadaan 96 prosentin ajoteholla ja 10 prosentin pelivaralla, mikä tarkoittaa junan ajamista mahdollisimman tehokkaasti ja reilummalla pelivaralla. Pelivaran käytön tarkoituksena on varmistaa aikataulujen pitävyys vähäisissä häiriötilanteissa.

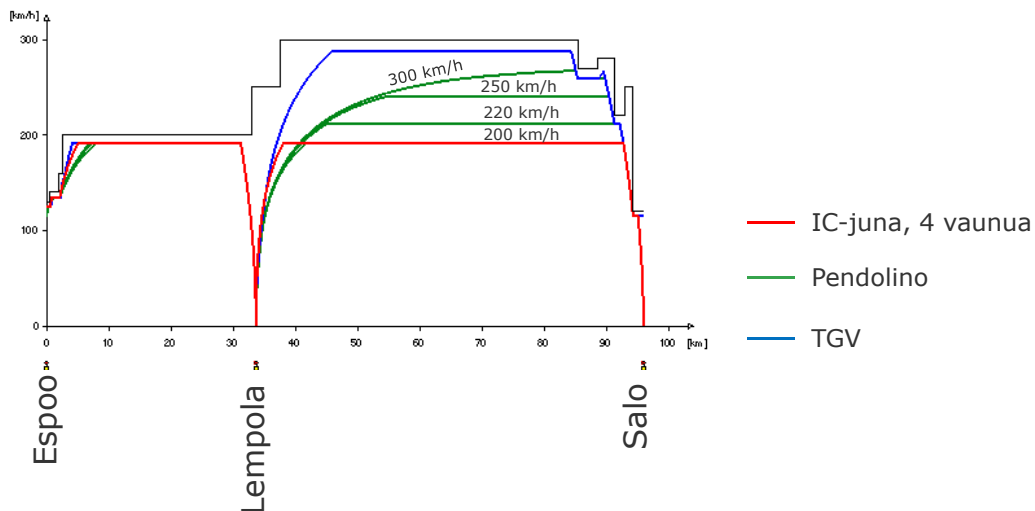
Käytetyllä huippunopeudella 220 km/h Express-junan Espoo–Salo-matka-aika on noin 32 minuuttia. Juna ei pysähdy matkan aikana. Matka-aika nykyisillä rataosuuksilla on 43 minuuttia eli kokonaismatka-aika Helsingistä Turkuun on tällöin 75 minuuttia. Lyhyempi aikataulunmukainen kokonaismatka-aika saattaa olla mahdollinen, sillä etenkin Salo–Kupittaa-osuudella Express-junan aikataulu sisältää reilummin pelivaraa.

Pendolino-tyyppisellä kalustolla oikorataosuuden ajoaika lyhenee simuloinneissa noin kahdella minuutilla, kun nopeus on 220 km/h nopeuden 200 km/h sijaan. Vastaavasti ajoaika lyhenee vajaa pari minuuttia käyttämällä nopeutta 250 km/h nopeuden 220 km/h sijaan. Tulokset kuitenkin osoittavat, että nopeudella 300 km/h ajoaika ei enää merkittävästi nopeudu alemmista nopeuksista, sillä kaikkein suurimman nopeuden saavuttaminen on hidasta ja radalla on paljon alle 300 km/h nopeusrajoituksia. Simuloinneissa Pendolino-kalusto saavutti enintään 268 km/h enimmäisnopeuden ja TVG-suurnopeusjuna 276 km/h nopeuden.

Suuremman nopeuden hyötyjä menetetään, jos junan täytyy pysähtyä kesken linjaosuuden. Välipysähdys vie sitä kauemmin aikaa, mitä suuremmasta nopeudesta juna pysähtyy. Pysähdyksestä liikkeelle lähdettäessä ja hiljaista nopeuksista kiihdytettäessä junien nopeus kasvaa nopeasti, mutta kaikkein suurimman nopeuden saavuttaminen vaatii jatkuvasti suuremman ajomatkan (Kuvat 53–54). Erittäin nopea liikenne nostaisi myös infran ja kaluston kustannuksia, joten yhteiskuntataloudellisesti tehokkaampaa voi olla pitkälläkin tähtäimellä tavoitella vain huippunopeutta vain 250 km/h.



Kuva 53. Junien nopeussimuloinnit Espoo–Salo-rataosuudella Pendolino- ja TVG-kalustolla kaluston eri huippunopeuksilla ilman välipysähdystä ajotehon ollessa 96 prosenttia.



Kuva 54. Junien nopeussimuloinnit Espoo–Salo-rataosuudella Intercity-, Pendolino- ja TVG-kalustoilla kaluston eri huippunopeuksilla Lempolassa tapahtuvan välipysähdyn kanssa ajotehon ollessa 96 prosenttia.

Lähijunakaluston huippunopeudeksi simuloinnissa ja aikataulusuunnittelussa on oletettu 160 kilometriä tunnissa. Kiihdytys- ja jarrutusteho oletettiin nykyisen Sm5-kaluston kaltaiseksi. Simulointien avulla määritetty matka-aika Turku–Salo-välillä oli 32 minuuttia eli neljä minuuttia IC-junaa hitaampi, kun käytettiin 92 prosentin ajotehoa ja 10 prosentin pelivaraa. Lähijuna pysähtyy Kupittaalalla, Piikkiössä ja Paimiossa.

7.2 Ajoaikamuutosten vaikutus kysyntään

Nopeustaso ja pysähtymiset vaikuttavat junien matka-aikoihin. Tässä työssä Express-junan matkustajakysyntä on laskettu 73 minuutin matka-ajalla.

Viisi minuuttia nopeampi Express-juna kasvattaisi matkustajamääriä Salon ja Lohjan välisellä rataosalla kahdella prosentilla. Express-junien nopeutuminen houkuttelee hieman matkustajia muilta kulkumuodoilta. Muualle Suomeen matkustetaan useammin Helsingin kautta, mutta toisaalta Helsingistä matkustetaan Turku–Tampere-radon välisille, kuten Loimaalle, enemmän Turun kautta. Vaikutukset tuntikohtaisiin matkustajamääriin ovat samaa luokkaa.

Viisi minuuttia hitaampi Express-juna siirtää hieman matkustajia muihin kulkutapoihin. Muualle Suomeen matkustetaan useammin Turku–Tampere-junayhteyden kautta kuin Helsingin kautta. Matkustajamäärät Salon ja Lohjan välisellä rataosalla laskevat viisi prosenttia. Vaikutukset tuntikohtaisiin matkustajamääriin ovat samansuuruisia.

Laskelma viiden prosentin matkustajamäärän laskusta on tehty olettaen, että hitaampi matka-aika ei lisää kaupallisia pysähdyksiä. Vaihtoehdossa 2b käytetty Express-junan matka-ajan pidentäminen 78 minuuttiin on toteutettu lisäämällä Express-junalle pysähdys Leppävaaraan. Leppävaara on merkittävä joukko liikenteen solmukohta, joten pysähdys toisi myös matkustajahyötyjä.

Express-junien nopeutuminen tai hidastuminen ei vaikuta junien kilometrisuoritteisiin eikä muiden junien liikennöintiin. Express-junien ajoaikasuorite vähenee tai kasvaa viiden minuutin aikamuutoksella noin 850 junatunnilla vuodessa. Mikäli tämä kyettäisiin hyödyntämään esimerkiksi junakierrossa, vaikutus liikennöintikustannuksiin olisi hankearviointiohjeistuksen yksikkökustannuksilla noin 70 000 euroa vuodessa kustannuksia kasvattava.

Express-junien matka-ajan muutos viidellä minuutilla vaikuttaa junamatkustajien aikasuoritteeseen noin 70 000 tuntia vuodessa. Aikasuoritemuutoksen rahallinen arvo on noin 720 000 euroa vuodessa kustannuksia laskeva (nopeutuminen) tai kasvattava (hidastuminen). Nopeuttamisen aikahyödyn arvo ilman liikennöintikustannusmuutoksia 30 vuodelta diskontattuna olisi noin 19 miljoonaa euroa. Laskelma ei sisällä hidastumiseen mahdollisesti kytkeytyvän Leppävaaran asemapysähdysten synnyttämää matkustajahyötyä.

Express-junien matka-ajalla on merkitystä matkustajahyötyihin ja aikataulurakenteesta riippuen myös liikennöintiin, jos esimerkiksi kääntöajan muuttuva aikareservi vaikuttaa kalustokiertoon tai viivästymisistä toipumiseen. Matkustajien aikahyödyn merkitys hankkeen kokonaishyötyihin tai investointeihin nähden jää kuitenkin varsin pieneksi, eikä matka-ajan 5 minuutin muutoksella ole todennäköisesti merkittävää vaikutusta hankkeen kannattavuuslaskuihin. Mikäli viiden minuutin matka-aikamuutoksen taustalla on suurimman liikennöintinopeuden muutos, voi muutoksella olla vaikutuksia myös käytettävään kalustoon ja edelleen liikennöinnin kustannuksiin. Nopeampi kalusto on mahdollisesti kalliimpaa hankkia ja liikennöidä.

8 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Selvityksessä on tarkasteltu Helsinki–Turku-ratakäytävän matkustajapotentiaalia erilaisilla liikennöintivaihtoehdoilla. Matkapuhelinten mobiilipaikannukseen perustuvan datan avulla on voitu arvioida aiempaa tarkemmin matkustuksen jakautumista viikonpäivien ja kellonaikojen mukaan. Selvityksessä ei ole otettu kantaa toimivaltakysymyksiin. Laadittujen tarkastelujen perusteella jatkosuunnitteluun ja selvityksiin suositellaan lähtökohdaksi seuraavaa liikennöintiratkaisua:

Helsinki–Turku-välillä Espoo–Salo-oikorataa pitkin liikennöidään ruuhka-aikoina (esimerkiksi kello 6–9 ja 14–18) yksi Express- ja yksi Intercity-vuoro tunnissa suuntaansa. Muina aikoina liikennöidään vain yksi Intercity-vuoro tunnissa suuntaansa.

Helsinki–Vihti–Nummela–Lohja-välillä liikennöidään alkuvaiheessa kaksi lähijunavuoroa tunnissa suuntaansa. Mikäli käytävän maankäyttö kasvaa ennustetusti, liikennöintiä täydennetään ainakin ruuhka-aikoina kahdella Helsingistä Histaan päättyvällä tunnittaisella lähijunavuorolla suuntaansa.

Helsinki–Kirkkonummi–Karjaa-välillä liikennöidään Helsingistä Kirkkonummelle saakka ruuhka-aikoina neljä lähijunavuoroa tunnissa suuntaansa. Ruuhkan ulkopuolella mahdollisesti harvemmin mutta vähintään kaksi vuoroa tunnissa suuntaansa. Karjaalle asti liikennöidään ruuhka-aikoina yksi junavuoro tunnissa suuntaansa, muulloin mahdollisesti harvemmin. Karjaalle asti ajettavat junat tulisi synkronoida Hangon junaliikenteen kanssa. Karjaalle ajettava junaliikenne edellyttäneen taloudellista subventiota.

Hanko–Karjaa-välillä matkustajajunia liikennöidään omana kokonaisuutenaan nykyisenkaltaisesti noin kahden tunnin vuorovälillä siten, että sujuvia vaihtoyhteyksiä voidaan järjestää muun juna- ja linja-autoliikenteen kanssa etenkin Helsingin suuntaan sekä Saloon ja Turkuun. Radan sähköistämisen vaikutuksia tulee tarkastella erikseen. Junaliikenne edellyttäneen taloudellista subventiota.

Karjaa–Salo-välillä matkustajaliikenne hoidetaan kannattavuusarvion perusteella mahdollisesti linja-autoilla (vähäinen matkustajamäärä). Mikäli liikenne hoidetaan junilla, liikenne tulisi synkronoida Karjaalla Hanko–Karjaa-liikenteen sekä Helsinki–Karjaa-liikenteen kanssa. Matkustajamäärien näkökulmasta riittävä vuoroväli on junalla liikennöitäessä noin 2–4 tuntia (noin 6–8 vuoroa/suunta). Mahdollinen junaliikenne edellyttäneen taloudellista subventiota.

Salo–Turku-välillä ratakapasiteetti mahdollistaisi lähijunaliikenteen. Työn liikennemallitarkastelut ovat Turun seudun osalta karkeammat kuin Helsingin seudun osalta, joten matkustajapotentiaalin arviointiin liittyy enemmän epävarmuuksia. Lähijunaliikennettä tulisi tarkemmin suunnitella ja käsitellä osana Turun seudun sekä Salon maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämistä. Ruuhkan ulkopuolella kysyntää on todennäköisesti vain yhdelle vuorolle tunnissa suuntaansa, mikä tarkoittaa luopumista joko Salo–Turku-välin tasaisesta vuorovälistä tai sujuvista vaihtoyhteyksistä lähi- ja kaukojunien välillä.

Selvityksessä on tarkasteltu kahdeksaa vaihtoehtoa liikennöintimallien ja aikataulurakenteiden osalta. Infraan ja liikennöintiin liittyvät lähtöoletukset on valittu tämänhetkisen tiedon valossa, ja ne tarkentuvat jatkuvasti suunnittelun

edetessä. Myös asemakohtaiset maankäyttötavoitteet voivat jatkossa muuttua tai tarkentua. Tietojen täsmentyessä jatkosuunnittelussa käytettäviä vaihtoehtoja on syytä tarkastella vielä tarkemmin.

Ennustemallien perusteella suurin matkustajamäärien kasvun potentiaali kohdistuu ESA-ratakäytävän Espoo–Lohja-osuuteen. Välin uusi lähijunamatkustus on etenkin alueiden vuoden 2050 väestöskenaarion perusteella Helsinki–Turku-kaukojunamatkustuksen kasvua selvästi suurempaa. Keskimääräisen arkivuorokauden aikana Lohja–Espoo-välin lähijunien kuormitus kävisi suurimmillaan jopa noin 25 000 matkustajassa Histan itäpuolella alueen maankäytön etenemisen voimakkuudesta riippuen. Kaukojunissa tehtäisiin vuonna 2050 arkinen ennusteiden mukaan Turku–Salovälillä keskimäärin noin 3000 matkaa nykyisiä Turku–Karjaa-välin matkamääriä enemmän. Arvio ei sisällä mahdollisia Turku–Salolähijunia, jotka kasvattaisivat välin kokonaismatkustajamäärää vielä enemmän. Vuoden 2050 liikennemalliennusteessa Helsingin ja Turun kaupunkien välisten junamatkojen määrä kasvaa nykyisestä noin 40 prosenttia.

Kaukoliikenteessä ESA-rata avautuessaan siirtäisi kysyntämallien perusteella lähes kaikki Turun seudun ja pääkaupunkiseudun väliset junamatkat uudelle Lohjan reitille nykyiseltä Rantaradan reitiltä nopean matka-ajan ja korkean palvelutason myötä. Nopeimman kaukojunan eli Express-junan matka-aika Helsingistä Turkuun olisi noin 75 minuuttia ja tiheämmin pysähtyvän Intercity-junan vajaa 90 minuuttia, eli matka-ajat pääkaupunkiseudun ja Turun seudun välillä lyhenisivät nykyisistä junavuoroista noin 25–45 minuutilla. Kaupungistumiskehityksen voimistuminen Helsinki–Turku–Tampere-kolmiossa ja suurilla kaupunkiseuduilla virallisia väestöennusteita nopeammin saattaa aiheuttaa ennakoitua voimakkaampaa junamatkustuksen kasvua etenkin Helsinki–Turku-kaukojunamatkoilla ja HSL-alueen liikenteessä. Muiden mahdollisten muutosten, kuten tieliikenteen hinnoittelun ja etätöiden suosion, vaikutusta on haastavaa huomioida ennusteiden laadinnassa.

Rantaradalla Helsingistä Kirkkonummelle lähijunatarjonnan vuoroväliä tulee lisätä Helsingin seudun kasvun takia, Kirkkonummelta Karjaalle on mahdollista säilyttää nykyinen noin tunnin vuoroväli muuttamalla yhteysväli kaukoliikenteestä lähiliikenteeksi ja Karjaalta Hankoon ennusteet perustelevat vuorovälin säilyttämistä nykyisellä tasolla. Vähäisimmäksi matkustajamäärä jäisi vanhan Rantaradan reitin Karjaa–Salosuudella, jonka tulevaisuuden liikennöintiratkaisu tulee päättää jatkosuunnittelun aikana. ESA-rata nostaisi todennäköisesti selvästi joukkoliikenteen kokonaiskysyntää ratakäytävän varrella, vaikka linja-autoliikenne todennäköisesti vähenisi merkittävästi etenkin Lohjalta ja Nummelasta Helsinkiin.

Lohja/Kirkkonummi–Helsinki-lähijunaliikenteessä ruuhka-aikoina matkustus-suuntien kuormituserot vaikuttavat ennusteiden perusteella säilyvän jatkossakin huomattavina, sillä työmatka-, opiskelu- ja koululaisliikenne suuntautuu voittopuolisesti aamulla kohti Helsinkiä ja iltapäivällä Helsingistä poispäin. ESAradan uusien asemien matkustussuosion kannalta liityntäyhteyksien toimivuuden rooli on erittäin keskeinen. Uusilla asemaseuduilla erittäin huomattava osa matkustajista saapuu asemille liityntäyhteyttä käyttäen kuten henkilö- tai linja-autolla. Siksi uusilla asemilla tulee panostaa vaivattomaan saavutettavuuteen niin tieverkoston, pysäköintiratkaisujen kuin liityntäbussiliikenteen näkökulmasta.

Lähteet

HSL 2016. *Joukkoliikenteen suunnitteluohje HSL-liikenteessä*. Saatavissa:

https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/joukkoliikenteen_suunnitteluohje_hsl-liikenteessa_2016.pdf

Jormakka, Reetu 2019. *Validation of mobile network data in producing Origin-Destination matrices*. Diplomityö. 22.11.2019. Saatavissa:

https://aaltodoc2.org.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/41684/master_Jormakka_Reetu_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Liikennevirasto 2010–2018. *Suomen rautatietilastot 2010–2017*

[kaukoliikenteen matkustajamäärät vuosilta 2009–2017]. Tiedot etsitty Doria-julkaisuarkistosta. Saatavissa: <https://www.doria.fi/>

Liikennevirasto 2011. *Liikenneolosuhteet 2035: Rautateiden henkilöliikenteen ennustetarkasteluja*. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2011-32_liikenneolosuhteet_2035_web.pdf

Liikennevirasto 2018. *Valtakunnalliset liikenne-ennusteet*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-57_valtakunnalliset_liikenne-ennusteet_web.pdf

Ratahallintokeskus 2005–2009. *Suomen rautatietilastot 2005–2009*

[kaukoliikenteen matkustajamäärät vuosilta 2004–2008]. Tiedot etsitty Doria-julkaisuarkistosta. Saatavissa: <https://www.doria.fi/>

Ratahallintokeskus 2006. *Helsinki–Turku-rautatieyhteys, Esiselvitys ja vaikutusten arviointi*. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rhk_1-2006_helsinki-turku_rautatieyhteys.pdf

Traficom 2019. *Rautatietilasto 2018* [kaukoliikenteen matkustajamäärät vuodelta 2018]. Saatavissa:

https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Rautatietilasto_2.12_uusi.pdf

Uudenmaan ELY-keskus 2016. *Länsi-Uudenmaan joukkoliikenneselvitys*.

Palvelutasomäärittely ja kehittämisohjelma 2017–2020. Jaakko Rintamäki ja Laura Poskiparta. Raportteja 84/2016. Saatavissa:

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/125727/L-U_joukkoliikenneselvitys_FL.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Väylävirasto 2019a. *Helsinki–Turku nopea junayhteys – Liikenteelliset*

tarkastelut. Väyläviraston julkaisuja 45/2019. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-45_helsinki-turku_web.pdf

Väylävirasto 2019b. *Rantaradan kehittämiselvitys*. Väyläviraston julkaisuja 54/2019. Saatavissa:

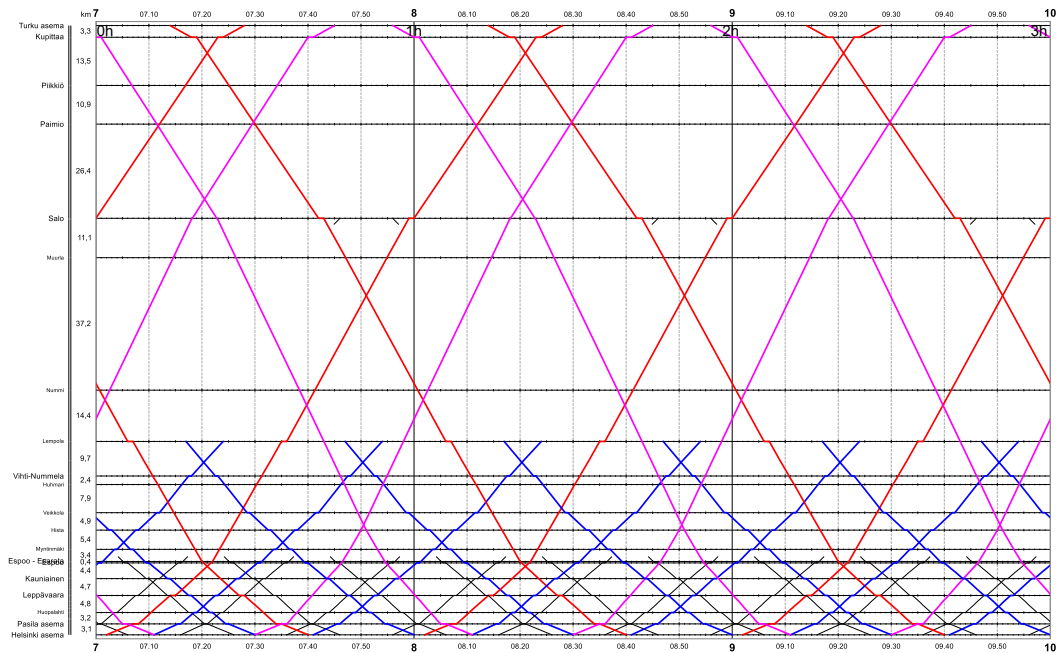
https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-54_rantaradan_kehittamisselvitys_web.pdf

Väylävirasto 2020. *Kaukoliikenteen matkat vuonna 2019*. 18.2.2020. Saatavissa:

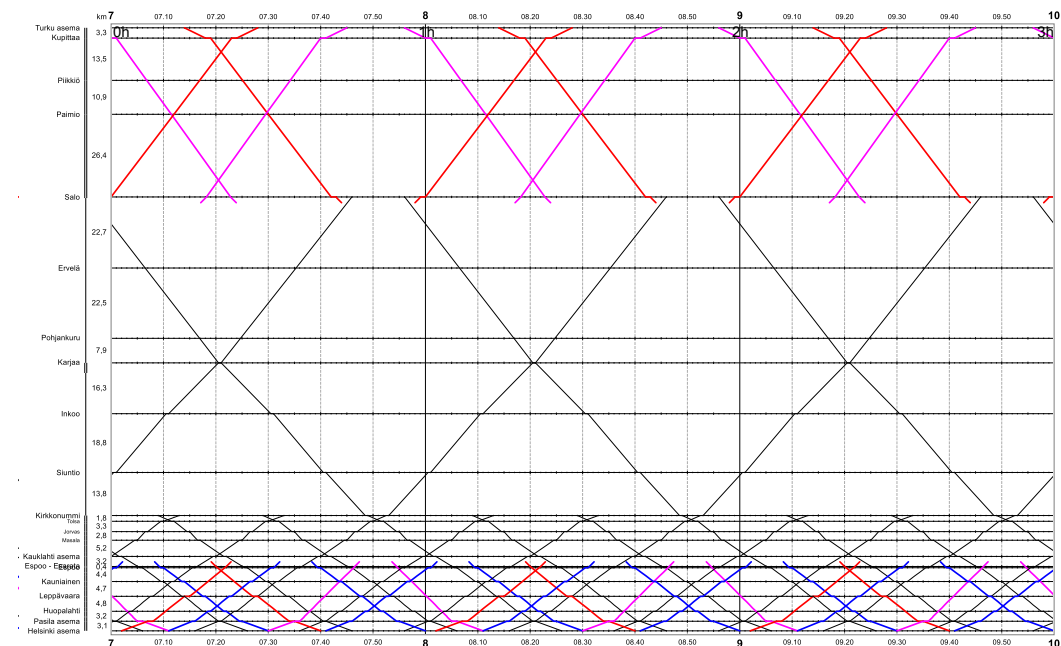
https://vayla.fi/documents/20473/23852/Rautateiden+kaukoliikennevirrat+2019_180220.pdf/a78dcbc-3010-40cb-8569-a4a2f42b00a3

Graafiset aikataulut

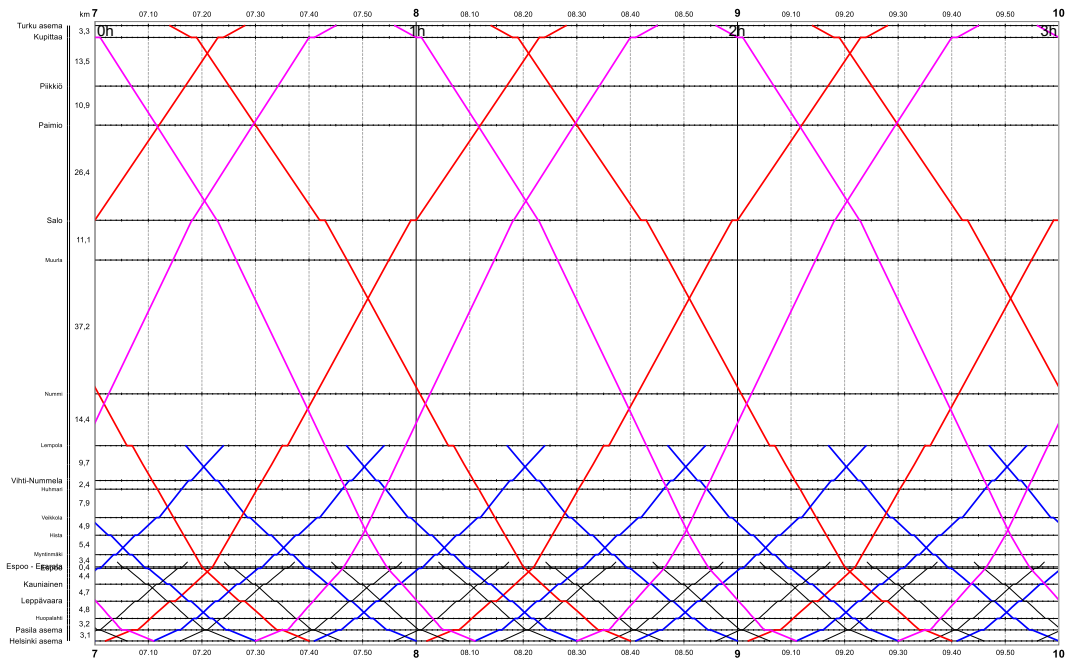
Graafiset aikataulut esitetään vaihtoehtojen mukaisessa järjestyksessä Helsinki–Turku-väliltä ESA-radan ja Rantaradan reitin näkymästä. Aikataulut kuvaavat vilkkaan kysynnän ajan tarjontaa. Hiljaisen kysynnän aikana tarjonta voi olla pienempi. Aikataulukuvissa esitetään pääosin kolmen tunnin aikaväli. Hanko–Karjaa-välin aikataulukuvia ei esitetä. Hanko–Karjaa-välin junat oletetaan ajettavaksi kahden tunnin välein Karjaan päässä vaihtoyhteyksiin synkronoituna.



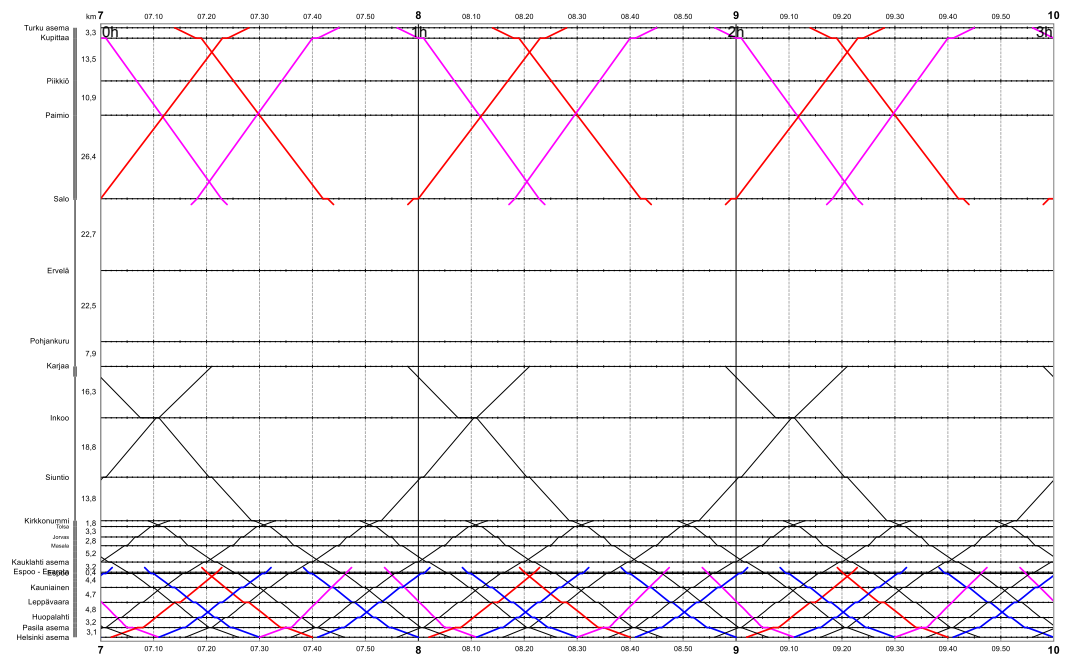
Liitekuva 1. Vaihtoehtoon 1a aikataulujen graafinen esitys oikoradan näkymästä.



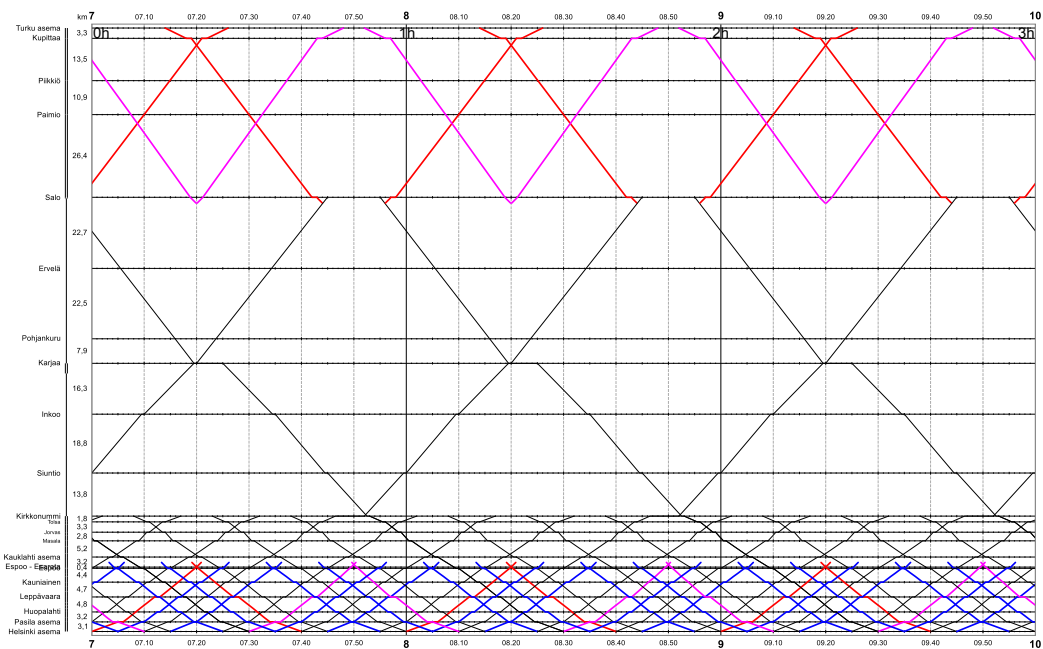
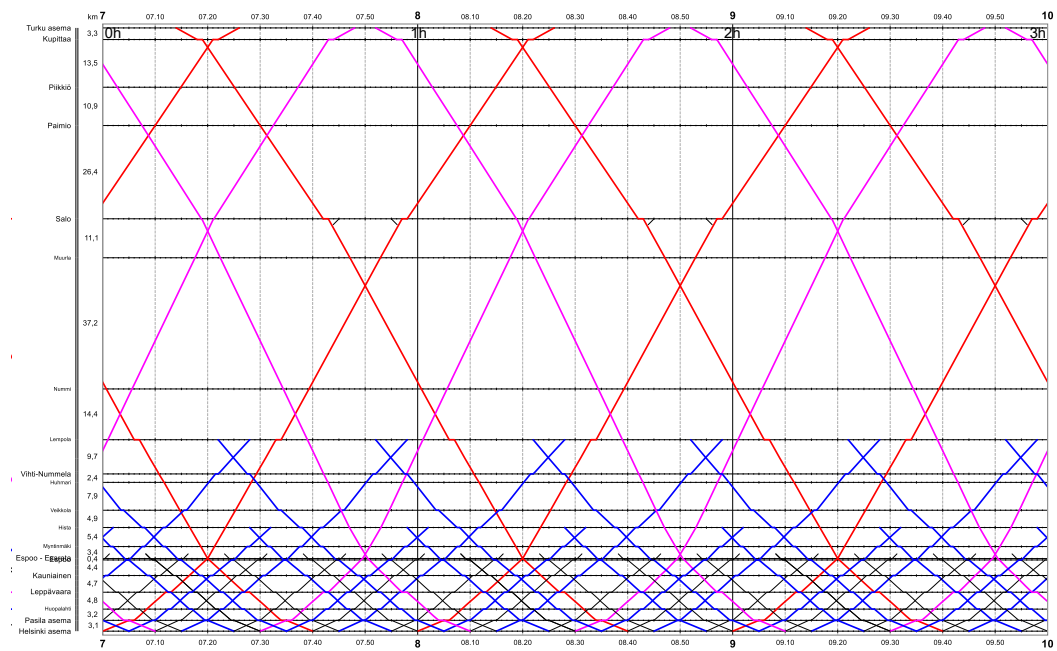
Liitekuva 2. Vaihtoehtoon 1a aikataulujen graafinen esitys Rantaradan näkymästä. Liitekuvasssa 19 esitetään aikataulunäkymä tilanteesta, jossa Helsinki–Kirkkonummi-junien (3/h/suunta) ohella liikennöi erillinen Helsinki–Salo-lähijuna.

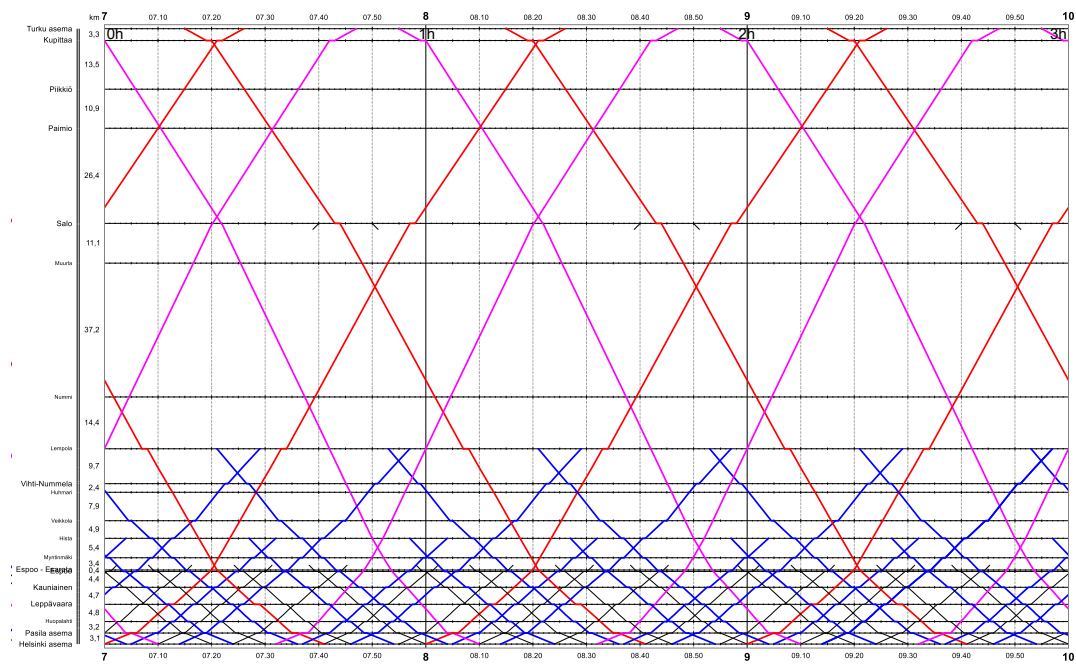


Liitekuva 3. Vaihtoehdon 1b aikataulujen graafinen esitys oikoradan näkymästä. Aikataulu on sama kuin vaihtoehdossa 1a (liitekuva 1), poikkeuksena Saloon tulevat lähijunat puuttuvat.

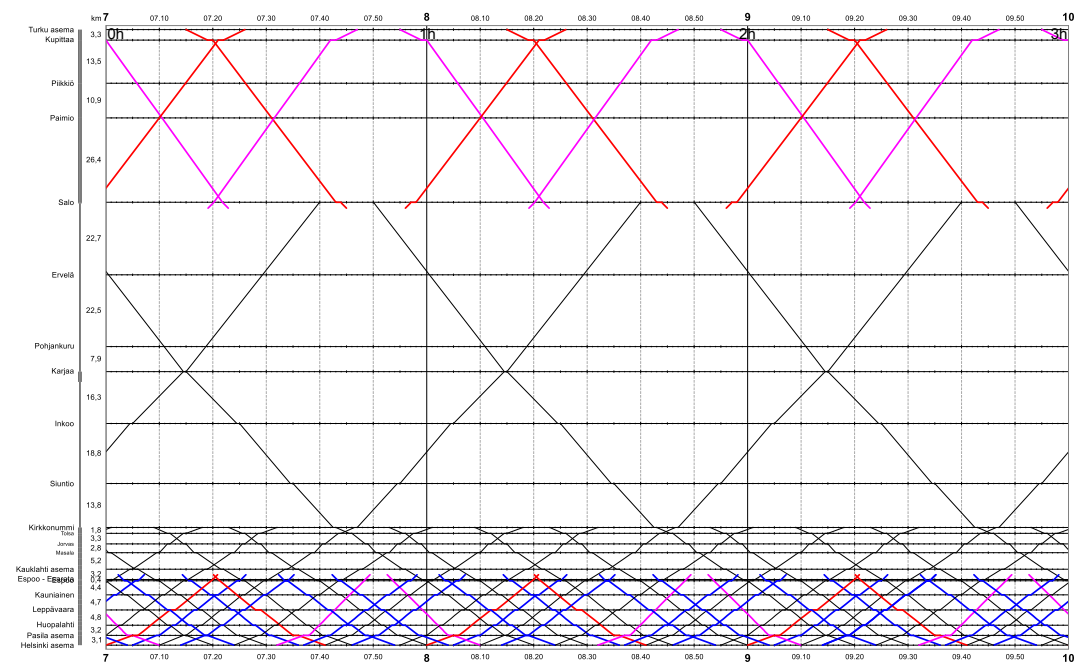


Liitekuva 4. Vaihtoehdon 1b aikataulujen graafinen esitys Rantaradan näkymästä. Helsinki–Karjaa-välillä junakohtaaminen voidaan toteuttaa myös Siuntiossa liitekuvan 18 tilanteen kaltaisesti.

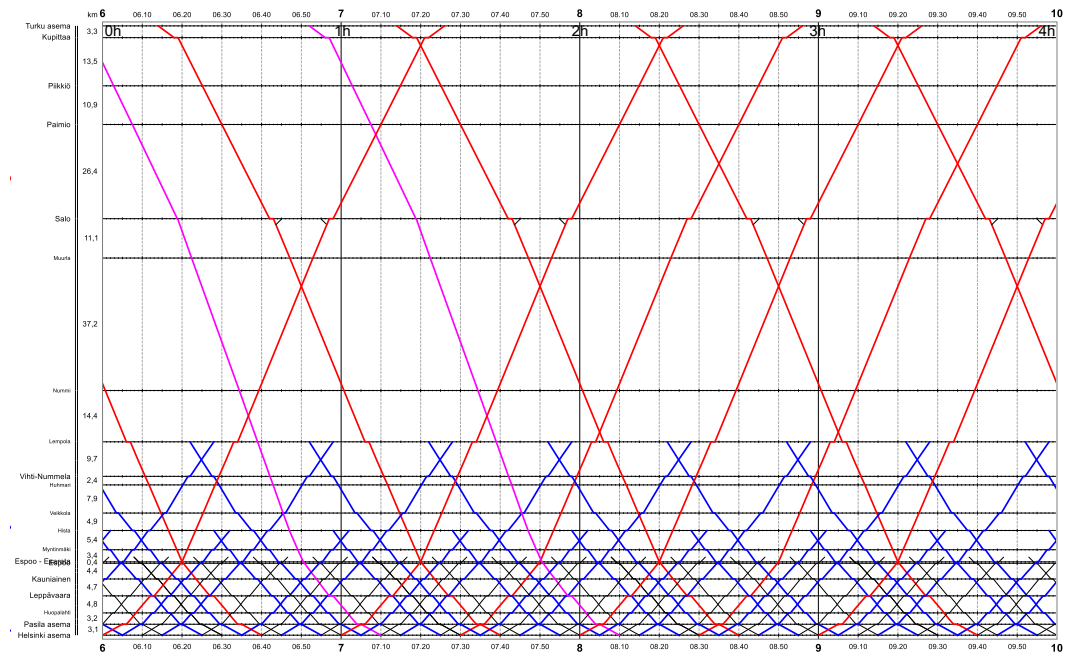




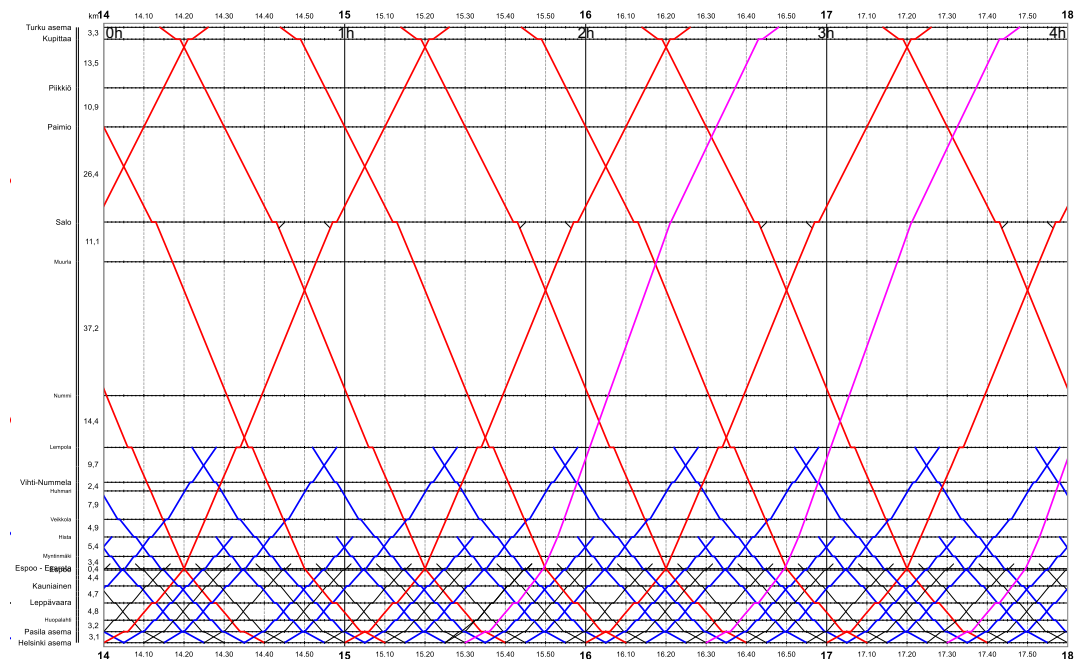
Liitekuva 7. Vaihtoehto 2b aikataulujen graafinen esitys oikoradan näkymästä.



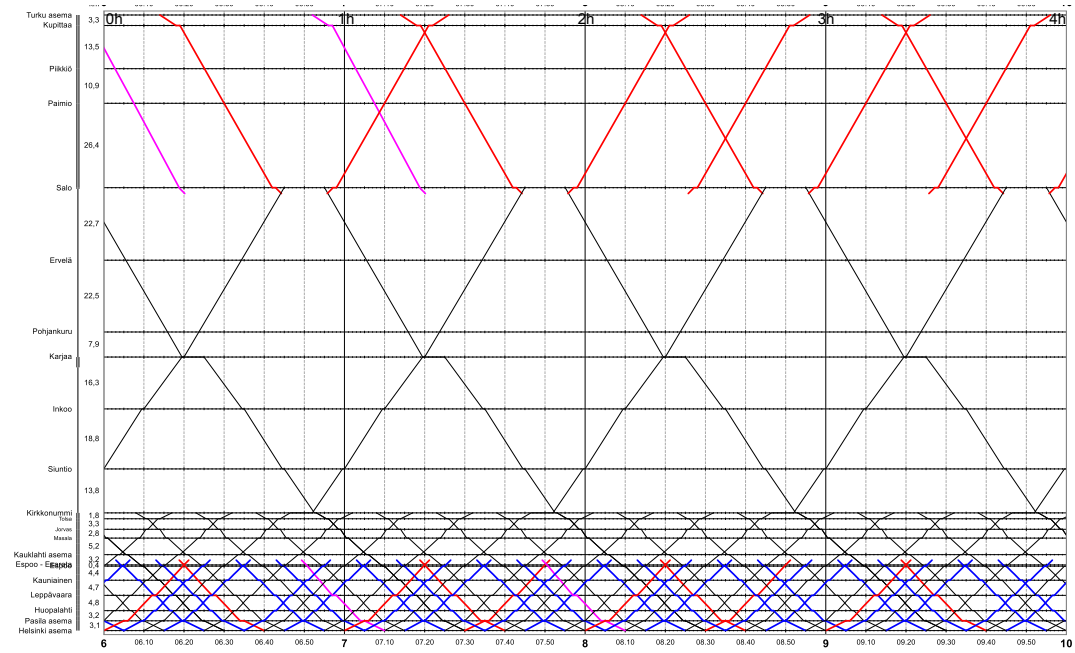
Liitekuva 8. Vaihtoehto 2b aikataulujen graafinen esitys Rantaradan näkymästä.



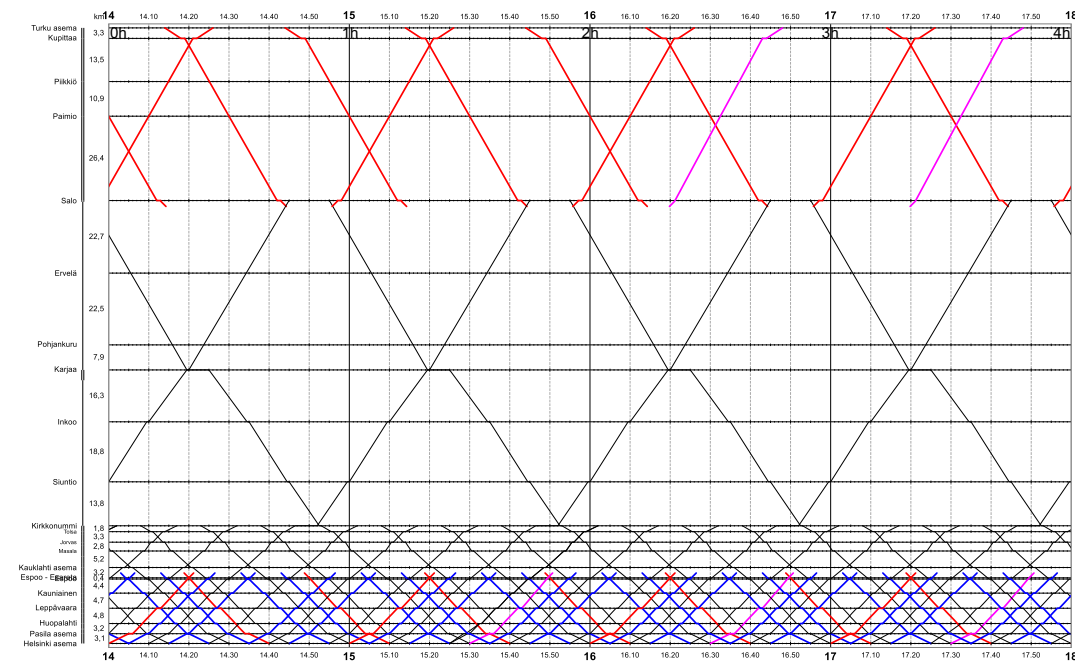
Liitekuva 9. Vaihtoehdon 2c aikataulujen graafinen esitys oikoradan näkökulmasta aamun ruuhkatunneilta. Lohjan ja Kirkkonummen lähijunien aikataulurakenne voi olla vaihtoehdon 2a, 2b tai näiden välimuodon kaltainen (hiljaisina tunteina vaihtoehdon 2a lähijunarakenne, ruuhkatunteina vaihtoehdon 2b lähijunarakenne). Liitekuvat 9–12 esitetään vain vaihtoehdon 2a mukaisella lähijunarakenteella.



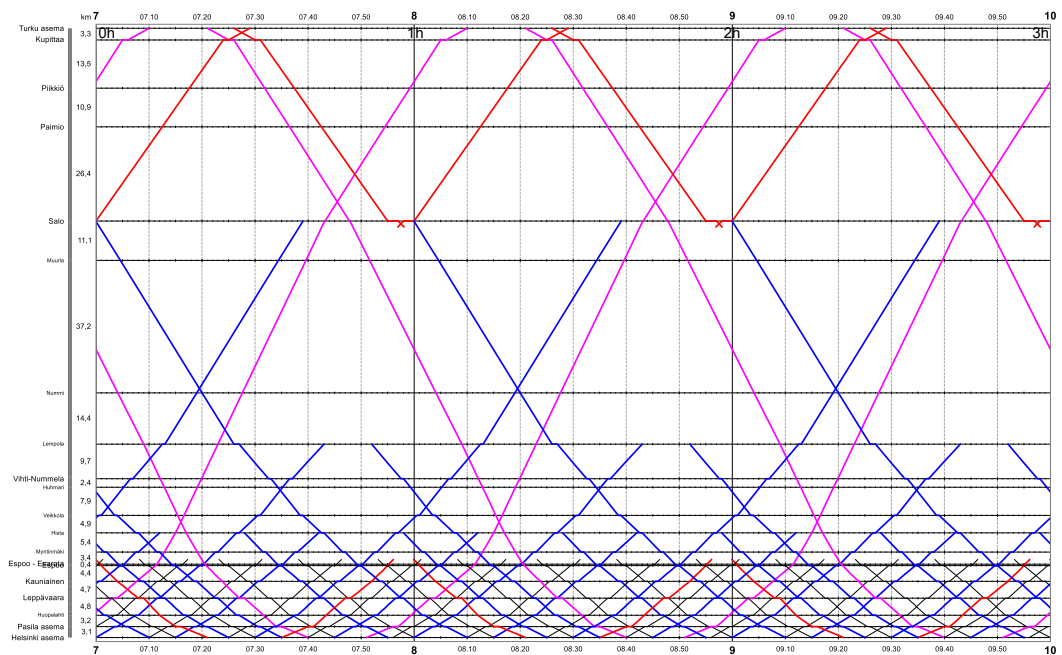
Liitekuva 10. Vaihtoehdon 2c aikataulujen graafinen esitys oikoradan näkökulmasta arki-iltaapäivän ruuhkatunneilta. Aamutunteihin (edellinen kuva) verrattuna muutoksia on vain kaukojunilla.



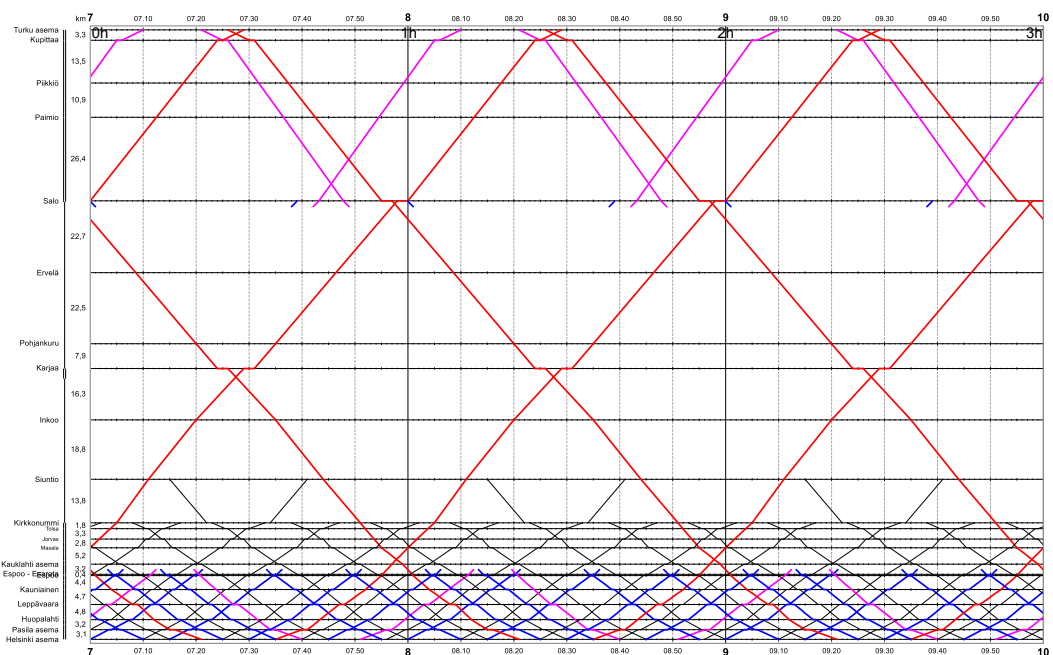
Liitekuva 11. Vaihtoehdon 2c aikataulukojen graafinen esitys Rantaradan näkyvästä arkiaamun ruuhkatunneilta.



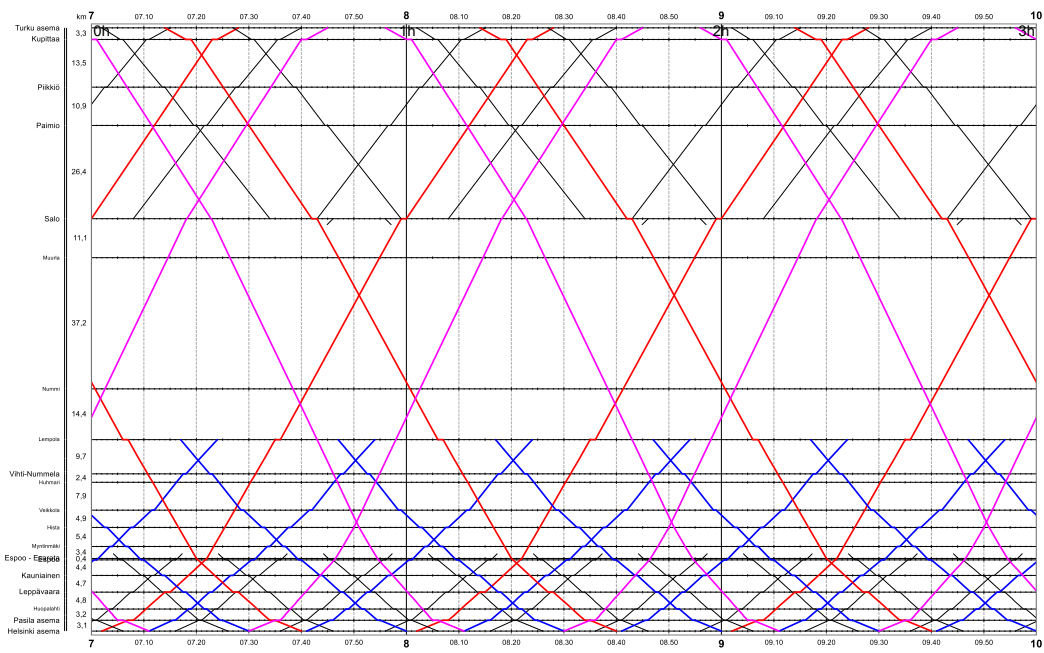
Liitekuva 12. Vaihtoehdon 2c aikataulukojen graafinen esitys Rantaradan näkyvästä arki-iltapäivän ruuhkatunneilta. Aamutunteihin (edellinen kuva) verrattuna muutoksia on vain kaukojunilla osuuksilla Helsinki–Espoo ja Salo–Turku.



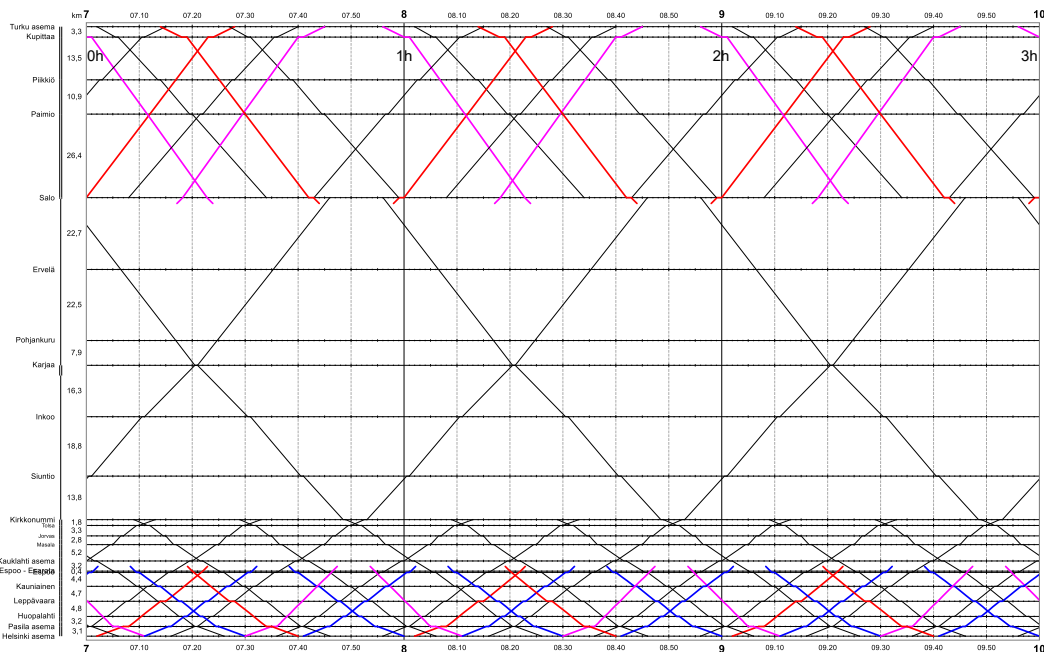
Liitekuva 13. Vaihtoehtoon 3 aikataulukojen graafinen esitys oikoradan näkymästä.



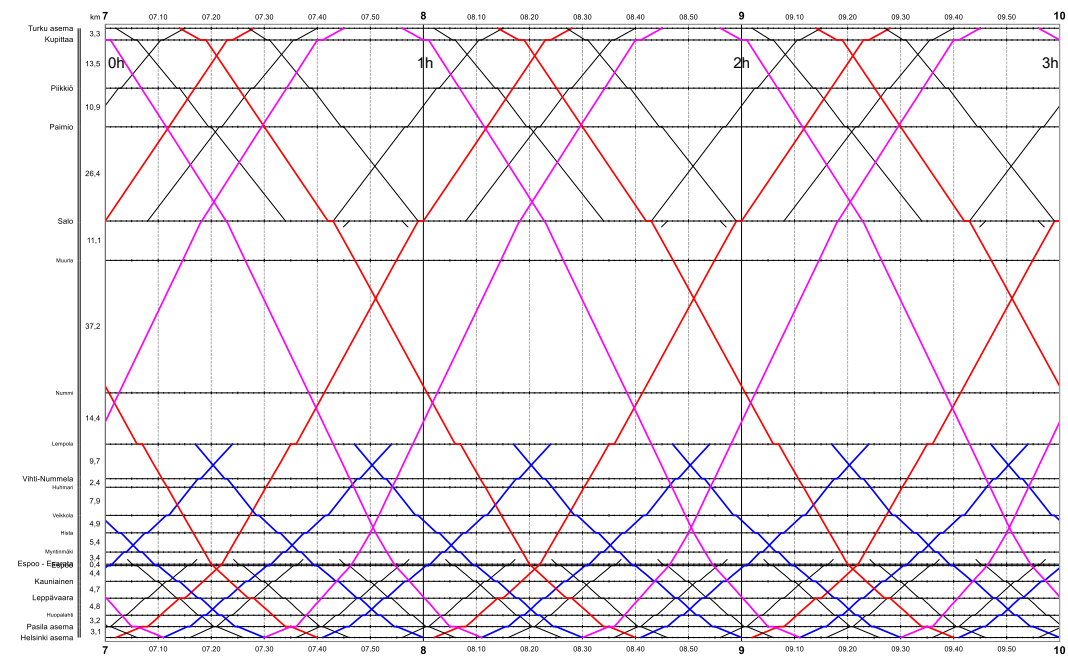
Liitekuva 14. Vaihtoehtoon 3 aikataulukojen graafinen esitys Rantaradan näkymästä.



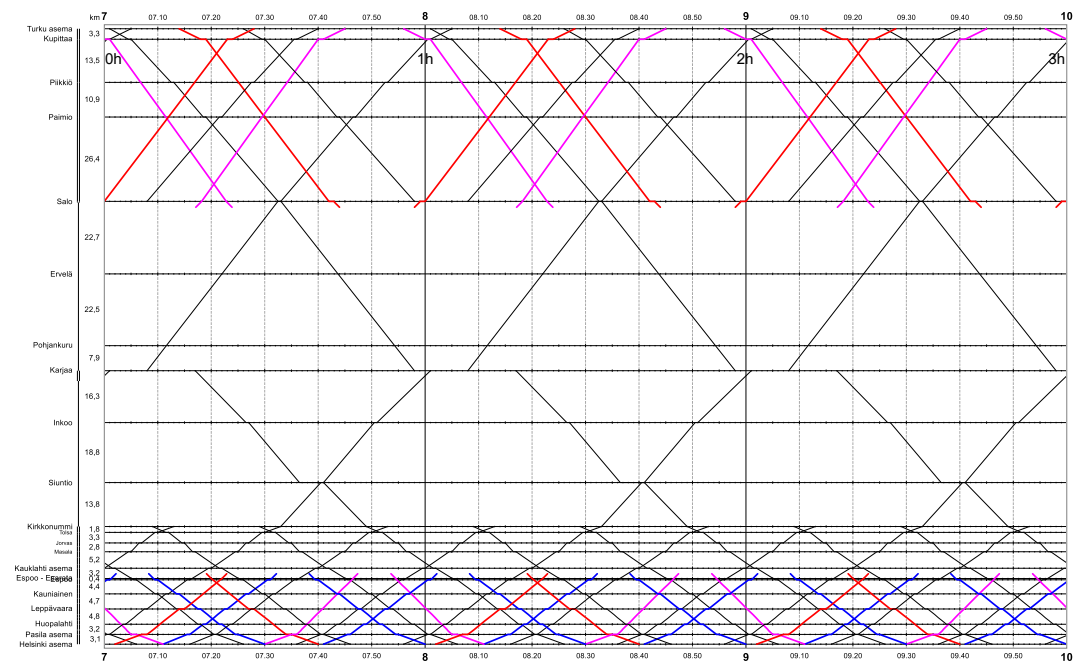
Liitekuva 15. Vaihtoehto 4a aikataulujen graafinen esitys oikoradan näkökulmasta (aikataulut ovat samat kuin vaihtoehtossa 1a Salo-Turku-välin lähijunia lukuun ottamatta).



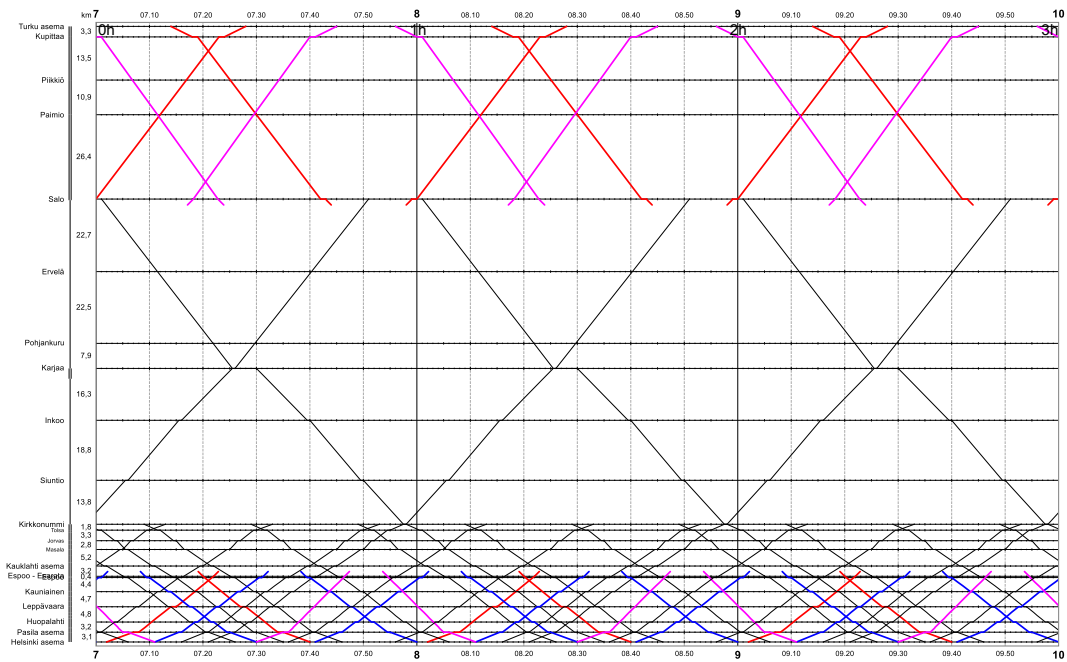
Liitekuva 16. Vaihtoehto 4a aikataulujen graafinen esitys Rantaradan näkökulmasta (aikataulut ovat samat kuin vaihtoehtossa 1a Salo-Turku-välin lähijunia lukuun ottamatta).



Liitekuva 17. Vaihtoehtoon 4b aikataulukujen graafinen esitys oikoradan näkymästä.



Liitekuva 18. Vaihtoehtoon 4b aikataulukujen graafinen esitys Rantaradan näkymästä. Helsinki–Karjaa-välillä junakohtaaminen voidaan toteuttaa myös Inkoossa liitekuvan 4 tilanteen kaltaisesti.



Liitekuva 19. Perusvaihtoehdon aikataulujen graafinen esitys Rantaradan näkymästä ylimääräisellä Helsinki-Karjaa-Salo-junalla täydennettynä. Viisi kalustokokoonpanoa hoitaisi Helsinki-Kirkkonummi-liikenteen (3 junaa/h/suunta) omassa kalusto-kierrossaan ja erilliset kalustokokoonpanot hoitaisivat Karjaan/ Salon suunnan liikenteen (1 juna/h/suunta tai harvemmin) omassa kalustokierrossaan.

Nopeusrajoitukset ja laiturinfrastruktuuri

Liitetaulukko 1. Rantaradan nopeusrajoitukset

Liikennepaikka	Alkukilometri	Loppukilometri	Suurin sallittu nopeus, km/h
Helsinki	0+100	0+900	35
Helsinki	0+900	1+400	50
Helsinki	1+400	2+700	80
Pasila	2+700	3+400	60
Pasila	3+400	16+300	120
Kauniainen	16+300	17+700	100
Espoo	17+700	37+300	120
Kirkkonummi	37+300	38+600	110
Kirkkonummi	38+600	40+300	130
Kirkkonummi	40+300	60+000	180
Siuntio	60+000	74+100	160
Inkoo	74+100	75+400	120
Inkoo	75+400	83+900	180
Karjaa	83+900	86+200	130
Karjaa	86+200	86+900	60
Karjaa	86+900	88+900	190
Karjaa	88+900	97+600	200
Pohjankuru	97+600	99+300	160
Pohjankuru	99+300	103+600	180
Pohjankuru	103+600	120+900	200
Ervelä	120+900	125+800	180
Ervelä	125+800	130+800	160
Ervelä	130+800	137+600	200
Ervelä	137+600	143+300	180
Salo	143+300	143+700	70
Salo	143+700	145+100	110
Salo	145+100	158+100	200
Salo	158+100	170+900	180
Paimio	170+900	192+400	160
Piikkiö	192+400	193+700	140
Piikkiö	193+700	195+900	120
Kupittaa	195+900	196+600	100
Kupittaa	196+600	196+900	30
Kupittaa	196+900	197+900	100
Turku	197+900	198+500	70
Turku	198+500	200+100	60 (Helsingin suuntaan 199+800–197+900 70 km/h)
Turku	200+100	202+100	40
Turku satama	202+100	202+600	35

Liitetaulukko 2. Raidegeometrian sallimat suurimmat nopeudet Espoo–Salo-oikoradalla.

Alkukilometri	Loppukilometri	Maksiminopeus (km/h)
21+000	23+100	120–140
23+100	23+600	160–180
23+600	54+200	200
54+200	58+600	250
58+600	106+500	300
106+500	109+600	270
109+600	112+400	280
112+400	114+000	220
114+000	115+400	250
115+400	117+500	120

Liitetaulukko 3. Laituripituudet välillä Helsinki–Lohja/Lempola.

Liikennepaikka	Laituripituus
Helsinki	11: 410 m 12: 282 m 13: 245 m 14: 245 m 15: 244 m
Pasila	7: 320 m 8: 322 m
Huopalahti	1: 270 m 2: 270 m
Leppävaara	1: 270 m 2: 266 m
Kauniainen	1: 194 m 2: 204 m
Espoo	1: 322 m 2: 294 m
Myntinmäki	270 m (suunnitelma)
Hista	270 m (suunnitelma)
Veikkola	270 m (suunnitelma)
Huhmari	270 m (suunnitelma)
Vihti-Nummela	350 m (suunnitelma)
Lempola	350 m (suunnitelma)



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-317-778-9
www.vayla.fi